

令和元年6月19日現在

機関番号：27401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16137

研究課題名（和文）編集ベースの類似検索手法および検索要求推定モデルの構築

研究課題名（英文）Development of estimation model for search-request and edit-based similarity search

研究代表者

石橋 賢 (Ishibashi, Ken)

熊本県立大学・総合管理学部・准教授

研究者番号：70749118

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：これまでのインタラクティブな検索手法として、スケッチ入力によるものがある。しかしながら、絵を描く技能や具体的なイメージがないと、検索効率下がってしまう問題があった。本研究では、その点を解決すべく、新たなに形状を変化させる編集ツールを使った類似検索を提案する。提案する手法は、求めるコンテンツが抽象的な場合でも簡単に検索できることが実証された。また、本研究において形状と心象の関係を探り、立体形状に抱く心象に関する新たな知見が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

既存のスケッチ入力の検索手法は、柔軟に情報を入力できる点でメリットがあるものの、描画技術の不足や所望するコンテンツのイメージが抽象な場合に、その検索性能を十分に発揮できない問題が内在する。本研究で提案した編集ベースの手法は、そのデメリットを解決しつつ、柔軟な検索を可能にしている。新たな検索手法を提案できた点では、UI研究における学術的意義があるといえる。また、形状と心象との関係性を明らかにする調査を行い、実用におけるフォント、リボン、水引に関する知見がそれぞれ得られた。この知見は、日常生活でのプレゼント交換といったコミュニケーション手段を円滑化し、社会的にも意義のあるものだといえる。

研究成果の概要（英文）：The sketch-based search method is a conventional interactive search method. However, the disadvantages that are required users' drawing skills and precise goals on their mind decrease the effectiveness of the search performance. Thus, this study proposes a novel similarity search method with an editorial deformation tool. The proposed method enables users to obtain their target content even though they do not have a concrete idea in their mind. In addition, this study clarified a relationship between 3D shapes and their mental pictures.

研究分野：感性情報学

キーワード：類似検索 ユーザインターフェース フォント 形状 印象 リボン テクスチャ 進化計算

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

映画やアニメーション、広告用のウェブサイト、チラシ、パンフレットといった多様なメディアでは、多様な視覚コンテンツを複合的に活用している。現在、インターネット上には膨大なデジタルコンテンツが存在しており、デザイナーやアーティストは適切なコンテンツを選び、効果的・効率的な情報メディアを作り上げている。一方で、膨大なコンテンツから適切なものを見つけ出すことは、各種デザインや芸術に関係する人々でない限り容易な作業ではない。よく利用される検索手法としては、一覧表から検索する方法や分類名やタグから検索する方法が挙げられる。しかしながら、一覧表からの検索は、検索対象のコンテンツ数の増加に伴い、時間と労力を費やすことになる。同様に他の従来手法では、コンテンツに対する知識を必要とする、または、印象の違いによりタグ検索の結果が満足できないといった問題が存在する。これらを解決するためには、(A) コンテンツに対する事前知識を必要としないこと、(B) 多様なコンテンツに対応可能な汎用性があること、(C) 印象の違いが大きく検索結果に影響しないことを満たす必要がある。

上記3点を満たすために、編集と形状に着目した研究を実施した。本研究では、二つのアプローチから取り組むことにした。1つ目は、編集手法や検索に関する研究、2つ目は、形状と心象に関する研究である。1つ目の研究では、3つのツール開発に関わる研究で構成する。また、もう一つの目的として検索要求推定モデルの構築が挙げられる。編集操作時にどのような意図（検索要求）が反映されているのかをモデル化することで、検索の効率を上げる目的である。ただし、研究を進める中で、形状と心象に関する知見が必要となったため、3つの印象調査実験を実施した。2つ目の研究は、3つの印象調査研究から構成される。

2. 研究の目的

本研究では、1つ目である「(1) インタラクティブなツールの開発」に関する研究アプローチにて、素人ユーザでも簡単に検索できる仕組みを提供すること、2つ目の研究である「(2) 形状と心象に関する調査」に関する研究アプローチにて、3D コンテンツで重要な形状と心象の関係性を明らかにすることをそれぞれ目指す。とりわけ、(1) では、フォント、テキストチャ、カラーグラデーションに注目して研究に取り組み、(2) では、フォント、リボン、水引を対象として調査を行う。各研究における目的は、次のとおりである。

(1) インタラクティブなツールの開発

① 編集ベースのフォント検索ツール

フォントは、デザインの要素の一つであり、効果的・効率的な情報伝達を可能にする。フォントの先端研究では、印象語を使った方法や多様体を使ったフォント補完手法などが研究で進められている。また、多様なコンテンツ検索の手法として、スケッチ入力による手法が提案されている。フォントの先行研究では、探索性能が低いことやフォント数が限られるという制約があり、スケッチベースの検索手法は、描画技能や目的フォントが不明瞭な場合、探索性能が低下してしまう。そこで本研究では、これらの問題点を解決する編集ベースのフォント検索手法を提案する。また、提案する手法の有効性についてユーザ実験をとおして検証する。本研究は、編集ベースの検索ツールの基盤となる研究に位置づけられる。

② 対話型進化計算によるテキストチャ検索ツール

テキストチャを探す際には、キーワードやタグによる画像検索が一般的である。しかしながら、実際にテキストチャを3Dモデルに適用するとその印象は異なることもある。そこで、テキストチャを貼り付けた3Dモデルを選択するだけで、所望のテキストチャを直観的に検索できるツールを提案する。本ツールは、対話型進化計算を用いてテキストチャ特徴量を基に検索ができる仕組みを導入している。評価実験をとおして、本ツールの有効性を検証する。本研究は、3次元拡張で心象の変化に影響するテキストチャについてのアプローチであり、多様なコンテンツを扱うための応用研究に位置づけられる。

③ プロベース統合手法によるカラーグラデーションツール

カラーグラデーションに対応したペイントアプリケーションは、ベクタ形式の場合編集は容易だが、グラデーションの作成が難しく、ラスタ形式の場合作成は容易だが、大きな変更や編集は困難である。その問題を解決するために、プロベース統合手法を用いたカラーグラデーションツールを開発する。開発したツールは、ベクタ形式同様編集ができ、かつ、ラスタ形式と同じく容易にグラデーションを生成できる。評価実験をとおして、提案するツールの効果について実証する。本研究は、編集ベースの検索ツールについて、多様なコンテンツを扱うための別の編集手法となる。編集ベースの検索ツールを多様なコンテンツで扱う際の応用研究に位置づけられる。

(2) 形状と心象に関する印象調査

① フォントの印象調査

(1) - ①の研究に関連して、フォント形状が心象とどのように影響しているのかを明らかにするため、フォントと外国名を対象にフォントに関する印象調査を行った。本調査では、各外国に適していると感じる印象データをアンケートにより得ると同時に、選択されたフォントの特徴量から関係性を分析することで、形状と心象に関する知見を明らかにする。本研究は、編集ベースのツールにおける新たな開発指針を提示するために必要な研究として位置づけられる。

② リボンの印象調査

3次元形状のコンテンツを検索対象として想定しているため、形状と心象に関する関係性を考慮する重要性がある。特に、ラッピングにおける装飾が身近な対象であり、形状のパターンも多様であったことから、それらについての印象を調査する。また、次元縮小手法とクラスタリングを用いて、一般の人々にも分かりやすい形で調査結果をまとめる。本研究は、次元拡張に向けたツールの開発における新たな開発指針を提示するために必要な研究として位置づけられる。

③ 水引の印象調査

リボン研究に引き続き、リボンと類似した水引の装飾について、印象調査を実施することで、形状と心象との関係性について調査する。将来的には、リボン研究と比較することで、各素材の持つコンテキストがどのように形状印象に影響するのかを明らかにすることが期待できる。リボン研究と同様に可視化を行うことで、一般の人々にも容易に調査結果を確認できる形式で提示する。本研究は、次元拡張に向けたツールの開発における新たな開発指針を提示するために必要な研究として位置づけられる。

3. 研究の方法

本研究の方法について、各研究についてその詳細を述べる。

(1) -① 編集ベースのフォント検索



図1：提案手法を導入したフォント検索アプリケーション

図1は、提案する手法によるフォント検索ツールである。編集操作による大域探索と、類似検索による局所探索の二種の探索により、効率的なフォント検索を可能にする。本アプリケーションは、編集検索（図1左）と類似検索（図1右）の二画面で構成される。①候補領域1、②編集領域、③フォント名領域1、④テキスト入力領域、⑤候補領域2、そして⑥フォント名領域2の6領域が存在する。編集操作に用いるツールとして、Iフォント効果、II自由変形、III全体変形、IV変形レベル、V描く、VI消す、VII類似検索、そしてVIII初期候補表示のボタンが設置されている。本アプリケーションは、次の手順で使用する。まず、VIIIのボタンを押すと⑥に25の初期候補が表示され、これらは後述する確率的方法で選ばれる。次に、25の初期候補から目的のフォントに類似した候補を選択する。この場合、選択したフォント候補に基づき類似検索処理が実行され、⑥に類似候補が表示される。ここで、③の領域を押すと②に選択中のフォントが表示される。表示される文字は、④で入力した文字が使われる。②の領域を使って編集操作を行った場合、①の領域にその文字に類似したフォント候補が表示される。また、①の領域に目的のフォントに類似した候補が表示され、それを選択すると、②にそのフォントが表示される。この状態でVIIのボタンを押すと、選択中のフォントに基づき類似検索が実行される。ユーザが任意に各機能を使うことでフォントを視覚的類似性に基づき検索することができる。これにより、(A)の要件を満たすフォント検索を実現する。

(1) -② 対話型進化計算によるテクスチャ検索ツール



図2：提案手法を導入したテクスチャ検索アプリケーション

図2は、提案する手法によるテクスチャ検索ツールである。ユーザが所望の3Dモデルを選択することで、新たな候補が表示され、対話型進化計算にランダム選択機構を導入した手法により候補の多様性を保ちつつ、模様の絞り込みを行うことができる。また、IGAモード（図2

左)とSSモード(図2右)の二つのモードがあり、IGAモードでは対話型進化計算による大域探索、SSモードでは類似検索による局所探索が行える。なお、“s”キーを入力することで、モードを切り替えることができる。IGAモードでは、中心に表示される候補は現在ユーザが選択する候補であり、そのほかが類似しつつ異なる特徴を持つ候補である。SSモードでは、左上が現在選択された候補であり、右上の候補がより類似した候補で、右下へ配置された候補ほどその類似性が下がっていく。また、ページボタンから他の類似検索結果も見ることができる。これにより、(A)の要件を満たすテクスチャ検索を実現する。

(1) -③ プロベース統合手法によるカラーグラデーションツール

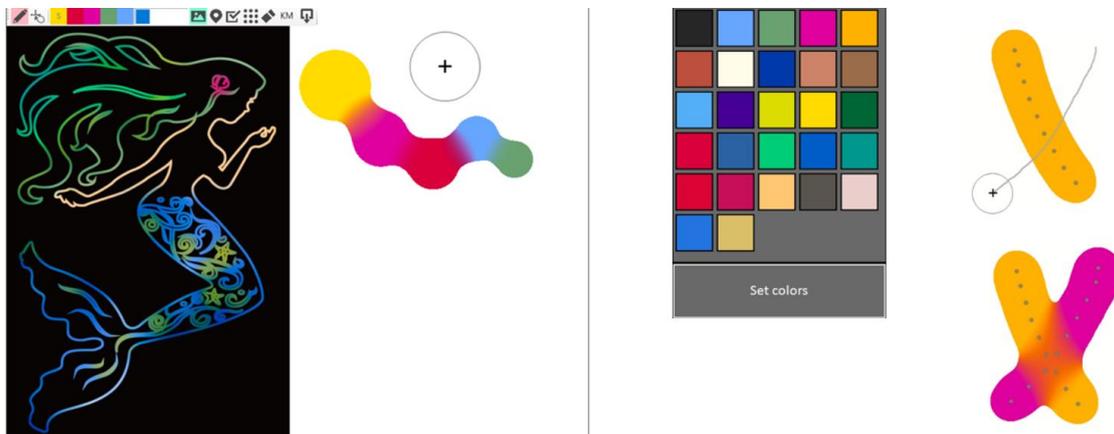


図3：提案手法を用いたカラーグラデーションツール

図3は、提案手法によるカラーグラデーションツールである。図3左は、スクラッチアートの色編集ができ、サークル型カーソルでなぞった部分にプロブが連続的に配置される。各プロブは、メタボール関数により自動でグラデーションが計算され、図3右のように重なり合う部分の色が変化する。プロブの中心にある点は、制御点であり、単一のプロブの編集だけでなく、同一グループのプロブは同時に編集操作できる。図3中央のパレットは、色選択画面であり、実測値による色データを用いている。さらに、グラデーションを計算する際には、Kubelka-Munkモデルを利用することで、絵の具と同じ混色処理が可能となる。これにより、(A)を満たすカラーグラデーションツールを実現するとともに、本手法が新たな編集操作として利活用できることから、(B)の一部を満たすことも期待される。

(2) -① フォントの印象調査について



図4：フォント調査のための検索アプリケーション

本実験では、飲食店に関する口コミサイト「食べログ」の東京地区における海外料理店舗数の上位10カ国を評価対象国として選定した。また、評価する単語によって印象が変わる可能性を考慮し、1カ国に対する評価に、「国名」と「レストラン」という2つの語を用意した。なお本実験には、図4に示すフォント検索アプリケーションを使用した。本実験は、社会科学系学部所属する女性14名、男性11名を被験者とした。フォントの特徴量分析には、線幅(F4:文字領域と細線化処理後の文字領域の割合)、円形度(F2)、角度(F3)、アスペクト比(F4)、カーブ総量(F5)の5要素を用いる。「国名」、「レストラン」とともに、含まれる文字の各特徴量のZ得点を相加平均し、1つのZ得点を算出した。しかし、「国名」と「レストラン」両者で全体の傾向が類似していたため、本研究では、国の印象をより連想しやすい「国名」における実験結果を考察する。この調査結果をとおして、(C)を満たすための知見が得られることが期待される。

(2) -② リボンの印象調査について

リボンによるラッピングには、リボン、箱、包装紙が必要となる。本研究では、リボンの装飾が調査対象であるため、包み方や素材による影響を除くことを理由に、包装紙は用いないこととする。すなわち、視覚刺激の選定には、リボン、および、箱に関する要素を決定しなければならない。本研究では、専門的技能を必要としないこと、一般的に利用される基本的な様式であることを条件に、24 パターンのリボンの掛け方と結び方を選定する。印象用語として適切だと考えられる 20 の評価用語を用いて、5 段階の評定尺度法により各リボンのパターンを 44 名の大学生に評価してもらう。得られたデータについて因子分析を行い、印象構造について明らかにすると同時に、t-SNE の次元縮小と k-means 法によるクラスタリングで、調査結果を可視化する。この調査結果をとおして、(C) を満たすための知見が得られることが期待される。

(2) -③ 水引の印象調査について

水引の印象調査を実施するにあたり、調査対象の色や結びの種類を選定する必要がある。本研究では、水引の結びに関わる書籍を参考に調査対象を選定する。これらの書籍には、慶事用の水引の結びに関する現代向けのアレンジが掲載されていることから、伝統的な結びと現代向けの結びを含めた 15 種類を選定する。慶事用途の水引の色は基本となる紅白色とし、結びの変化のみに注目するためご祝儀袋は白色を用いる。水引の調査対象は、同一種類の結びを 3 本と 5 本の水引でそれぞれ作成し、合計 30 の水引の結びを採用する。評価用語は 20 語採用し、4 段階評価で 40 名の大学生からデータを得る。得られたデータは、因子分析で分析を行い、UMAP による次元縮小と HDBSCAN によるクラスタリングで、調査結果を可視化する。この調査結果をとおして、(C) を満たすための知見が得られることが期待される。

4. 研究成果

ここでは、各研究の研究成果を述べる。

(1) -① 編集ベースのフォント検索

フォント検索手法の有効性を検証するため、18 名の大学生を募り評価実験を行った。本評価実験は、ランダムで提示されたフォントと同一フォントを検索するタスクを行い、その成功率を算出するとともに、検索時間と操作回数を記録した。その結果、先行研究で 15% 程度だった検索成功率に比べて約 73% と飛躍的に成功率が向上した。また、検索時間は 50 秒未満、操作回数は 15.4 回と比較的短時間に所望のフォントを検索できることが実証された。この結果から、提案するフォント検索手法の有効性が認められた。本研究成果は、国内学会 3 件 (⑦、⑧、⑨) にて発表を行った。

(1) -② 対話型進化計算によるテキスト検索ツール

テキスト検索手法の有効性を検証するため、14 名の大学生を対象に評価実験を行った。本評価実験では、与えられた検索タスクにおけるクリック回数、時間、満足度の 3 指標を記録し、異なるランダム選択率で違いがみられるかを評価した。その結果、ランダム選択率 100% において、高い満足度を維持しつつ、クリック回数と時間を軽減することが実証された。さらに、特定のテキストを検索する実験を、11 名の大学生を募り実施したところ、シンプルなテキスト群については、約 80% 以上の検索成功率を示した。この結果から、提案するテキスト検索ツールの有効性が実証された。本研究成果は、国際会議 2 件 (②、③) にて発表を行った。

(1) -③ プロベース統合手法によるカラーグラデーションツール

グラデーションツールの有効性を検証するため、12 名の大学生を対象に評価実験を行った。本評価実験では、スクラッチアートを対象とした色塗りタスクにおいて、楽しさ、満足度、有効性、簡易性を指標とし、10 段階のリッカート尺度で評価してもらった。その結果、全項目で約 7 以上の平均スコアが得られた。先行研究のスマートペイントツールと比較すると、同程度の評価が得られたことから、提案手法の有効性が実証された。本研究成果は、国際会議 1 件 (①) と国内学会 1 件 (⑥) にて発表を行った。

(2) -① フォントの印象調査

本研究では、国ごとで選択されたフォントの特徴量から Z 得点を算出し、各国におけるフォントの特徴を分析した。全ての国に共通して曲線特徴量以外の全特徴量が同符号を示したことから、「外国」に対する印象を表すフォントは、全体的に「太い、丸い、傾きが小さい、細長い」特徴を持つことがわかる。また、国間の Z 得点の相関係数 r を求めたところ、フランス-ドイツ間で $r=0.850$ 、ドイツ-トルコ間で $r=0.979$ 、フランス-トルコ間で $r=0.935$ と高い相関を持つことが確認できた。この 3 カ国で共通するフォントの見た目は、縦線と横線の太さが異なり、全体的に線が太いという特徴がみられた。ヨーロッパ近辺の国であったことから、地域性が影響したものと考えられる。これにより、フォントの形状と印象には、ユーザが持つコンテキストが重要だということが示唆される。本研究成果は、国際会議 1 件 (①) で発表した。

(2) -② リボンの印象調査

本研究では、ギフトラッピングにおけるリボンの結び方と掛け方に注目して、印象調査を行った。因子分析により、絢爛さ、正統さ、ダイナミックさの3因子が抽出された。絢爛な印象は、ループ数を増やす、または、斜め掛けにすることで高めることができ、反対に上方向へのリボンの配置は絢爛な印象に適していない。正当な印象は、横方向へのリボンの帯掛けが高め、反対にV字や山がけは印象を弱める。ダイナミックな印象は、ループ数の増加や中央配置がその印象を高めることが明らかになった。さらに、t-SNEによる可視化結果とチャートグラフにより各印象を明示した。この結果は、一般の人々にもその知見を活用できるといえる。本研究成果は、学術雑誌論文1件(①)として報告した。

(2) -③ 水引の印象調査

本研究では、ご祝儀袋における水引の結び方と掛け方に注目して、印象調査を行った。因子分析により、絢爛さ、上品さ、美しさ、目新しさ、愛らしさの5因子が抽出された。絢爛な印象は、水引の本数やループ数を増やすことで高めることができる。上品さは、水引5本の場合にループなしがその印象を高める。美しさは、2ループで向上する。目新しさは、1ループの結びが高める傾向にある。愛らしさは、ループ数の増加によって向上し、玉の装飾もその要因となることが明らかになった。さらに、UMAPによる可視化結果を明示した。本研究成果は、国内学会1件(⑤)で発表した。

以上の研究に関する研究成果は、編集ベースの類似検索手法の開発について、それぞれ多様なコンテンツに対応できるツールの開発に役立つとともに、印象調査の結果が3次元コンテンツの拡張に対する開発方針を与えたことから有意義なものだといえる。一方で、年度計画していた3次元コンテンツの拡張と検索要求推定モデルの構築に関しては、その開発方針のみを得た段階であり、その実現までは至らなかった。それは、多様なコンテンツを考えた際に、テクスチャや編集操作のあり方について考慮する必要性が研究を進めて新しく課題として浮き彫りとなったことと、ユーザの要求推定において、形状と心象に関する知見が必要になったことが原因である。今後の研究活動では、本研究成果を基に最終目的の達成を進める予定である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 石橋賢, 韓宇, 宮田一乗: “ラッピングにおけるリボンの装飾に関する印象調査とその可視化”, 芸術科学会論文誌, Vol. 17, No. 1, pp. 41-51 (2018). (査読有)

[学会発表] (計 9 件)

- ① Ken Ishibashi: “Digital Scratch Art Painting Interface,” Proceedings of SPIE 11049, IWAIT2019, pp.23:1-23:6 (January, 2019). (査読有)
- ② Ken Ishibashi: “Interactive Texture Chooser using Interactive Evolutionary Computation and Similarity Search,” Proceedings of NICOGRAPH International 2018, NICOINT2018, pp. 37-44 (June, 2018). (査読有)
- ③ Ken Ishibashi: “The Effectiveness of Random Selection for IGA-based Texture Search,” Proceedings of the 18th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing, SNPD2018, pp. 657-662 (June, 2017). (査読有)
- ④ Ken Ishibashi, Sae Miyazaki, Ichiro Iimura: “Font Investigation for Japanese Stereotyped Impressions Given by Foreign Country Names,” Proceedings of the 6th international Kansei Engineering and Emotion Research conference, KEER2016, pp. 1-12 (August, 2016) (査読有)
- ⑤ 石橋賢, 上野千尋: “水引の結びに着目した印象調査”, 第14回日本感性工学会春季大会, 2F05, (2019年3月).
- ⑥ 石橋賢: “インタラクティブカラーグラデーションツール”, 第20回日本感性工学会大会, PX1, (2018年9月).
- ⑦ 石橋賢: “対話型進化計算を用いたグラフィックデザイン支援”, 第13回日本感性工学会春季大会, WP2-7, (2018年3月).
- ⑧ 石橋賢: “編集操作に着目したフォントの検索手法【招待講演】”, 第19回日本感性工学会大会, B31, (2017年9月).
- ⑨ 石橋賢: “編集操作に着目したフォントの検索手法”, 生命ソフトウェア&感性工房合同シンポジウム 2016, セッション 3A-3, (2016年11月).