

2019年度 修士学位請求論文

Fontender: フォントの印象空間操作による
自在な表現が可能な文字デザイン支援手法

明治大学大学院先端数理科学研究科

先端メディアサイエンス専攻

齊藤 絢基

Master's Thesis

Fontender: A Method of Text Design Support
Capable of Freely Expressing
by Operating Impression Space of Font

Frontier Media Science Program,

Graduate School of Advanced Mathematical Sciences,

Meiji University

Junki Saito

概要

動画や Web サイト，アプリケーション，コミックといったコンテンツを制作する際，文字を適切にデザインすることは重要であり，そのデザインにより効果が変わってくるということが知られている．例えば，40 代男性向けの化粧品の広告バナーに使用するフォントを，丸文字体やポップ体にした場合，ターゲットやコンテンツ内容とミスマッチであることは明確である．このように，文字デザインは，サービスや商品を開発する際のターゲットはどのユーザ層にするか，どんな訴求軸で売り出すかといったコンセプトとマッチさせることが重要である．しかし，コンセプトにマッチするかどうかをフォント名や文字の形状から判断することが求められるため，文字デザインの出来がユーザの知識量や経験値に左右されるという問題がある．また，和文フォントだけでも 2000 種類以上存在しており，大量のフォントから適切なフォントを選定する作業は困難であるという問題がある．例としてフォント選択インタフェースを取り上げると，従来のインタフェースはフォント名をある規則性をもった順にリスト形式で並べている．つまり，フォント数を増やして使用する場合，フォントの一覧がスクロール操作を必要とするほど長くなってしまい，他のフォントとの比較が難しくなる．そのため，コンセプトにマッチしそうな候補を 1 つずつ適用し，フォント間の違いを精査する必要がある．初心者にとってもプロにとっても時間と労力がかかる作業になる．本論文では，従来の文字デザインにおける問題として，ユーザの文字デザインに関する知識量や経験値に依存すること，フォント間の比較が困難であることの 2 つに着目し，これらを解決する手法について考える．

従来の文字デザインにおける問題を解決するためには，ユーザの文字デザインに関する知識量や経験値に依存せず，フォント間の比較が行いやすいインタフェースの設計が求められる．また，意図に応じた文字デザインを行うには，導入しているフォントだけでなく，新たにフォントを生成できる必要がある．そこで，印象語による検索と二次元平面インタフェースに着目する．まず，印象語による検索は，ひとが脳内で思い描くコンテンツの印象を入力することで候補を得る手段のことで，キーワードでの検索が困難なフォントの探索に有効な手段であると考えられる．次に，二次元平面インタフェースは，多くのデザインソフトで採用されている色のスペクトラムに代表されているように，大量の候補を容易に比較することができる．実際に，大量のフォントを二次元平面上に可視化する試みがいくつかなされているが，フォントの形状が近いもの同士が近くに配置されるという方法を採用している．そのため，フォントの形状からコンテンツの印象に合うかどうかをユーザが判断する必要があり，文字デザインに関する知識量や経験値に依存しないというインタフェース設計の条件を満たしていない．また，所有するフォントの種類次第では，配置結果に偏りが生じてしまい，二次元平面インターフェースの利点であるシームレスな比較ができないケースが発生する可能性がある．

そこで本論文では，従来のフォント選択インタフェースにおける問題を解決するために，

印象語入力と二次元平面上にフォントを配置し、シームレスな探索を可能としたインタフェースを提案した。また、フォントを数式化し融合可能にする手法を実現し、フォントに関する印象語および印象値のデータセット構築を行うことで、提案インタフェースを実現した。さらに、主観的、客観的それぞれの側面から実験を行い、提案インタフェースの有用性を検証した。

まず、提案インタフェースを用いたデザインシステムを実装し、比較実験による評価を行った。その結果、従来のリスト形式からフォントを選ぶ方法や、印象軸を元にフォントを配置しフォントを選択する方法よりも、獲得したフォントに対する満足度において提案手法が有用であることを確認した。また、新たなフォントをリアルタイムに生成することで、写真の雰囲気マッチするようなフォントを獲得でき、ユーザのフォント獲得に対する満足度が高くなることが示唆された。さらに、デザイン知識の少ないユーザとデザイン知識をある程度もっているユーザとで、それぞれ異なるシステムの使い方をしてしたが、どちらのユーザも満足度の高いフォントを獲得できることが明らかになった。

次に、フォントに関する印象評価データセットを用いて、数式化フォントおよび融合フォントの有用性を検証した。その結果、数式化フォントはベクタフォントと同様の印象をもち、それを任意の割合で融合したフォントは、同様の割合で融合した印象をもたないものの、融合対象のフォントがもつ印象値の範囲内の印象をもつことが明らかになった。また、数式化フォントを融合すると、魅力度や近代性が必要以上に低下することを確認した。特に、角張ったフォントや太さの変化が激しいフォントなど、数式による表現が難しいフォントがこれら2つの印象を著しく低下させることが示唆された。

以上の2つの実験結果から、二次元平面インタフェースの妥当性を議論した。本分析において、任意の割合で融合したフォントは同様の割合で融合した印象をもたないものの、融合対象のフォントが取り得る印象値の範囲内の印象をもつという結果が得られたことから、動的に微調整が可能な提案インタフェースは妥当であると結論づけた。また、これまでフォントを融合する際、ユーザが選択した位置に近接するフォントを4つ選定してきた。しかし、フォントによって特定の印象を必要以上に低下させる傾向があることから、ユーザが選択し二次元平面の軸としている印象を必要以上に低下させる効果をもつフォントは、たとえ近接していても融合対象に含めないなど、融合する組み合わせの選定方法に工夫が必要であることが示唆された。

Abstract

It is a well-known fact that designing a letter is significant when producing contents such as a video, a web site, an appreciation, a comic, and it could change its effect by the design. For instance, it is clarified that using a round character font or pop letter font is disproportionate to fonts of advertising banner of cosmetics for men in their forties. Therefore, it is important to match letter designs to concepts of which user class to target for developing services and merchandises, or which axis of billing to launch the services or the products. However, there is a problem that the quality of letter designs depends on the amount of knowledge or experience of users since it is desired to judge if that is matching the concept or not from a font name or a form of letters. Moreover, there is also a problem that it is difficult to select a suitable font from large amount of fonts as there are more than 2000 kinds of them even only in Japanese fonts. In one example, the interface of font selection, the conventional interface puts font names in order of a certain regularity. In other words, it would be difficult to compare with another fonts as a list of fonts gets longer so that scrolling operation is required when using the interface by increasing its amount of fonts. Thus, an operation that takes times and effort for both beginners and professionals is demanded as it requires to apply a candidate that would suit a concept one by one and to verify the difference of fonts. This paper examines how to solve two problems of conventional design of letters; dependence on the amount of knowledge or experience of users, and difficulties of comparing between the fonts.

In order to resolve the problems in regards to conventional design of letters, it is necessary to design an interface that make it easier to compare between the fonts instead of depending the amount of knowledge. Besides, so as to design letters following an intention, it needs to be able to create new fonts as well as introduced fonts. Therefore, we focus on a search according to impression words and two-dimensional surface interface. First of all, a search according to impression words is a method that puts up as a candidate by entering an impression of contents that people picture within the brain, and it is valid way to search fonts that is difficult to do by keywords. Then, two-dimensional surface interface is easily able to compare a large amount of candidates as represented by spectrum of colors that is adopted in a significant number of design soft. In fact, although there is several endeavor that visualize a bunch of fonts on a two-dimensional surface, we adopt a method which arrange two of a kind close by that is similar to a form of a font. Hence, it does not satisfy the condition of designing of interface without dependence on the amount of knowledge as it requires to make a judgment on whether it suits an impression of contents from the shape of the fonts. On the contrary, depending on the kind of font that it possesses, there is a potential that a case that

could not do a seamless comparison which is an advantage of the two-dimensional surface as the result of deposition is biased.

Therefore, in this paper, in order to solve the problem of the interface of conventional letters selection, we suggested an interface which arrange fonts on an input impression term and a two-dimensional surface that enable seamless surface. Furthermore, we implemented a method that enable to encipher and combine fonts, and a proposal interface by constructing data-set of an impression word or an impression evaluation. Additionally, we conducted an experience from the perspective of both subject and object and inspected a utility of the proposal interface.

In the first place, we implemented a design system using the proposal interface, and did an evaluation by comparative experiments. As a result, we confirmed that the proposal method was more effective than either the way of choosing fonts from conventional list type or fonts that is arranged based on an impression axis, in terms of the satisfaction level of acquired fonts. In addition to this, it is suggested that it is able to obtain fonts which is suitable for an atmosphere of a photo, and improve the user satisfaction of acquired fonts by creating new fonts in real time. Moreover, though each users who was poor in knowledge and users who had a wealth of knowledge used the system differently, it asserted that both users could acquire the high level of fonts.

In the second place, we verified a utility of encipher fonts and interfaced fonts by using the impression evaluation regarding fonts. Consequently, it became clear that encipher fonts has a same impression as the vector font, and the fonts that is interfaced with them at random has an impression within the limits of the impression evaluation that is possessed by uniting target despite the fact that does not have the impression that interfaced in same proportions. Furthermore, we confirmed that attractiveness and modernity degrade more than necessary when that encipher fonts are interfaced. Particularly, it is implied that fonts that is difficult to represent by numerical formulas such as an angular font and a font that has drastic change in thickness, remarkably debase these two impressions.

From the above two results, this paper argued the validity of the two-dimensional surface interface. In this analysis, the proposal interface that is capable of a dynamic fine adjustment leads us to the conclusion that it is appropriate, from the result of that that the fonts which is fused in arbitrary ratio, although it does not have the interfaced impression in the same proportion, have the impression within the limits of the impression evaluation that the fonts of the uniting target could have. Additionally, we have appointed the four fonts that approach a position of which users selected when we interface fonts so far. However, it is suggested that we need to device a way to select a combination of fusion, for instance, we do not count the fonts, no matter how close it comes, having an effect that unnecessarily degrade the

impression that users select and is pivotal to two-dimensional surface as the interface target, from the fact that fonts have a tendency to debase particular impressions more than necessary.

目次

第1章	はじめに	8
1.1.	コンテンツ制作における文字デザインの重要性.....	8
1.2.	文字デザインの問題点.....	8
1.3.	本研究の目的.....	10
第2章	関連研究	12
2.1.	フォントがもつ印象がひとに与える影響に関する研究.....	12
2.2.	文字デザイン支援に関する研究.....	13
2.3.	感性を応用した研究.....	15
第3章	印象空間操作による文字デザイン支援手法	17
3.1.	提案手法.....	17
3.1.1.	文字デザインにおけるユーザのニーズ.....	17
3.1.2.	印象空間操作による文字デザイン支援手法.....	17
3.1.3.	文字デザインの必要要件.....	17
3.2.	実装.....	18
3.3.	操作方法.....	19
第4章	フォントの数式化・融合手法	20
4.1.	フォントの数式化.....	20
4.2.	フォントの融合.....	23
第5章	フォントに関する印象評価データセット構築	24
5.1.	データセット構築手続き.....	24
5.2.	データセット構築結果.....	24
第6章	使用実験による提案手法の特性調査	27
6.1.	実験準備.....	27
6.2.	実験手順.....	29
6.3.	実験結果.....	30
6.4.	考察.....	37
第7章	数式によって表現されたフォントの特性解明	38
7.1.	目的.....	38
7.2.	事前準備.....	38
7.3.	フォントの数式化による印象変化の検証.....	40
7.4.	融合フォントの特性分析.....	42
7.4.1.	分析結果.....	42
7.4.2.	考察.....	44

第8章	全体の考察と展望	49
第9章	応用可能性	51
9.1.	コミック制作のための文字デザイン支援.....	51
9.2.	音楽の印象に同期した歌詞フォント	52
9.3.	記憶しやすさや商品選択誘導への応用	53
9.4.	手書き文字との融合	53
第10章	おわりに	55

第1章 はじめに

1.1. コンテンツ制作における文字デザインの重要性

インターネットが制作や発信の敷居を下げたことにより、誰もが動画や Web サイト、アプリケーション、コミックといったコンテンツを制作し、発信できるようになってきている。このようなコンテンツを制作する際、文字を適切にデザインすることは重要であり、そのデザインにより効果が変わってくるということが知られている。具体例として、商品の魅力を高めるフォントを使用したとき（図1左）の方が、そうでないフォントを使用したとき（図1右）に比べ、商品の味や満足感、新鮮味を高め、消費者の商品の継続的な購入につなげることができるという報告がある[1]。また、適切な文字デザインが、広告の読みやすさや記憶しやすさを向上させ、戦略的に重要な印象を与えること[2]や、Web上の記事を読むひとの読み心地を良くし、読了を早める効果を与えること[3]もわかっている。さらに、フォントが商品の印象に影響を与え、実際の選択行動へ影響を及ぼすこと[4][5]なども明らかになっている。

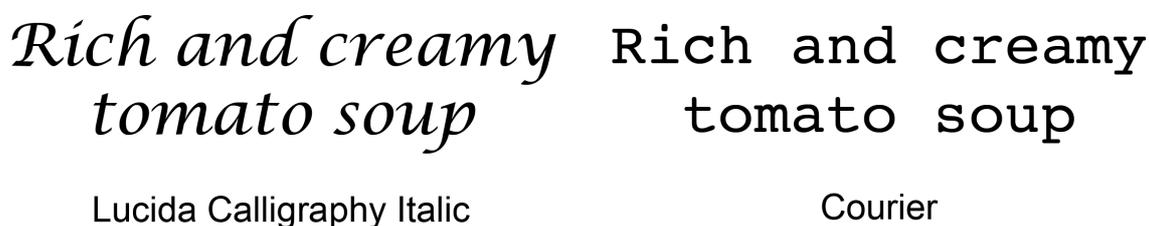


図1 フォント見本

1.2. 文字デザインの問題点

文字デザインにおいて、フォントを選択する、選択したフォントを変形する、自ら手書き/手描きで一からデザインするなど、手段はさまざまあり、多種多様で個性的な文字デザインの制作が可能である。ここでフォントを選択してからデザインする場合には、コンテンツの印象に合うかどうかをフォント名や文字の形状から判断することが求められるため、文字デザインの出来がユーザの知識量や経験値に左右されるという問題がある。例としてフォント選択インタフェースを取り上げると、図2に示す通り、従来のインタフェースはフォント名をある規則性をもった順にリスト形式で並べている。このようなインタフェースでは、フォント名をそのフォントを利用して表示しているため、ユーザはそれぞれのフォントがどのような形状をしているかを選択する前に判断することができる。しかし、従来のインタフェースではフォントがリストで提示されるため、フォント数を増やして使用する場

合、フォントの一覧がスクロール操作を必要とするほど長くなってしまい、他のフォントとの比較が難しくなる。そのため、コンテンツの印象に合いそうな候補を1つずつ適用し、フォント間の違いを精査する必要がある。初心者にとってもプロにとっても時間と労力がかかる作業になる。こうした探索の困難さを解決するため、一部のフォント共有サイト[6][7]では、フォントのジャンルや形状の属性によってフォントを絞り込む機能を設けている。しかし同機能は、ユーザがコンテンツの印象に合う文字がどのような形状をしているべきなのかなどを知識としてもっていなければ有効に活用することができない。

従来のフォント選択インタフェースにおける問題を解決するためには、ユーザの知識量や経験値に依存せず、フォント間の比較が行いやすいインタフェースの設計が求められる。また、意図に応じた文字デザインを行うには、導入しているフォントだけでなく、新たにフォントを生成できる必要がある。

ユーザの知識量や経験値に依存せず、目的のフォントを探索する方法として、印象語による検索があげられる。印象語による検索とは、ひとが脳内で思い描くコンテンツの印象を入力することで候補を得る手段のことであり、画像[8]や楽曲[9]、動画[10]、ファッション[11]、絵画[12]など、キーワードでの検索が困難なコンテンツの検索に利用する研究が行われている。

また、探索対象のフォント数によらず、フォント間の比較を容易にする方法として、二次元平面インタフェースがあげられる。多くのデザインソフトで採用されている色のスペクトラムに代表されるように、二次元平面インタフェースは大量の候補の比較をシームレスに行うことができる。実際に、大量のフォントを二次元平面上に可視化する試み[13][14]もいくつかなされており、手軽なフォント間の比較を実現している(図3)。しかし、フォントの形状が近いもの同士が近くに配置されるという方法を採用しているため、フォントの形状からコンテンツの印象に合うかどうかをユーザが判断する必要がある。さらに、色のスペクトラムと違い、フォントの配置が等間隔ではなく離散的であるため、配置するフォントの種類次第では、配置結果に偏りが生じてしまい、二次元平面インタフェースの利点であるシームレスな比較ができないケースが発生する可能性がある。

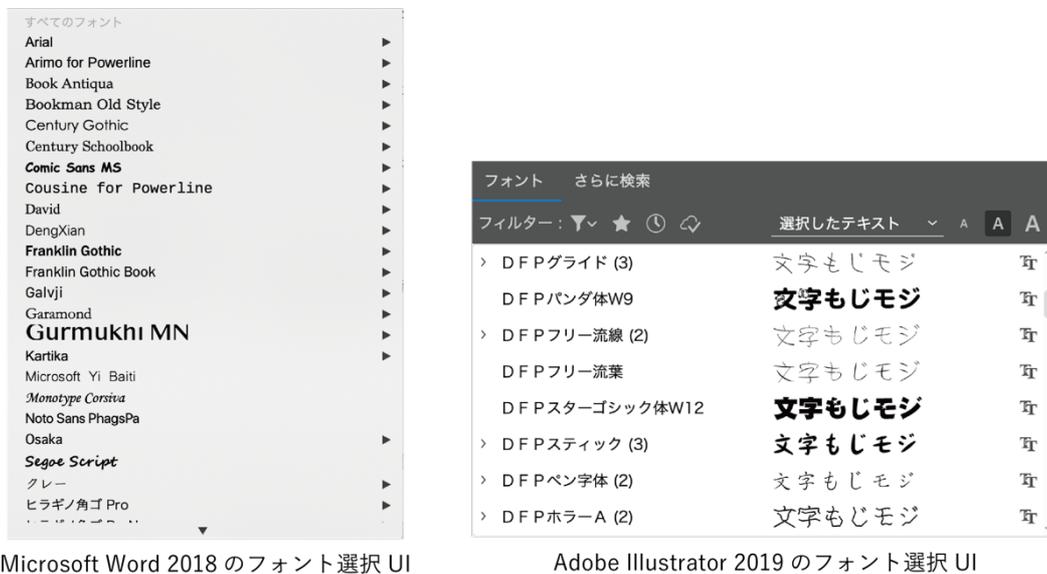


図 2 従来のフォント選択インターフェースの代表例

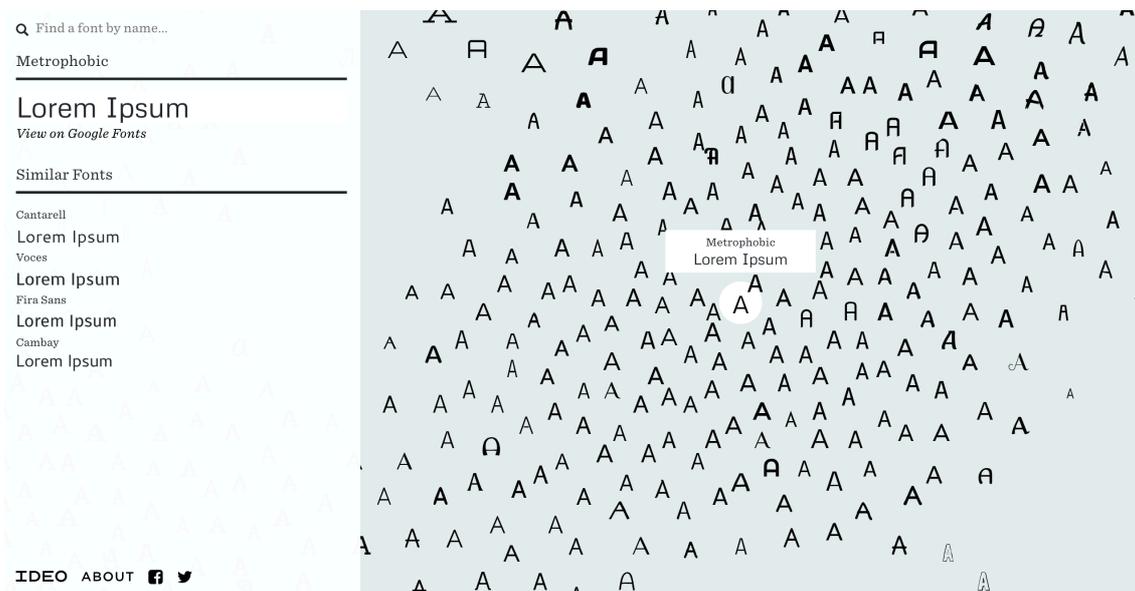


図 3 二次元平面上にフォントを可視化したサービス[13]

1.3. 本研究の目的

そこで本研究では、印象語入力と二次元平面上にフォントを配置する方法を組み合わせたインターフェースを提案する。具体的には、ユーザが入力した印象語を軸にした二次元平面上にフォントが等間隔かつ連続的に配置されるように、複数融合したフォントを生成して

補間することで、インタフェースを実現する。これにより、ユーザのフォントに関する知識量や経験値によらず、ユーザが求める直感的で微細な印象に合致した文字デザインを獲得することができる。なお、本インタフェースの実現、ならびに有用性を明らかにするために、以下のことを実現し、検証を行う。

- フォントを数式化し、任意の割合で複数のフォントを融合する手法の提案
- フォントに関する印象語の選定および印象値のデータセット構築
- 提案インタフェースが文字デザインの支援に効果的であるかの検証
- フォント融合により生成されたフォントの妥当性の検証

以下、第2章では、文字デザインがひとに与える影響やフォント選定支援、文字デザインの制作に関する研究について述べ、本研究の位置づけを明確化する。3章では、フォントの印象空間操作による自在な表現が可能な文字デザイン支援の提案手法について説明する。4章では、フォントを数式によって表現し、計算可能にすることで複数のフォントを融合する手法について述べる。5章では、著者が選定したフォントに関して、フォントに関する印象語の抽出と、印象語ごとの印象値のデータセット構築を行う。6章では、プロトタイプシステムの有用性を検討するため、従来のインタフェースとの比較実験を行う。7章では、4章で述べた数式によって表現したフォントの再現精度がどの程度か、および任意の割合で融合した数式によって表現したフォントが期待通りの印象をもつかどうかを検証する。また、本研究で提案するインタフェースは、ユーザの使いやすさを追求し、2つの印象語を軸とした平面で表現するものであるが、実際のフォントの印象はN次元空間で表現されているため、ユーザが希望するフォントがもつ印象と提案インタフェースによって出力されるフォントがもつ印象に乖離がある可能性がある。そこで同7章にて、本研究の総合考察を行うとともに、ユーザが求める文字デザインを得るためのインタフェースとして、2つの印象語を軸とした二次元平面が有用であるかを検証する。8章では、6章の使用実験の結果および7章の数式によって表現されたフォントの検証結果を踏まえ、本研究で提案している二次元平面インタフェースの妥当性を議論する。9章では、4章で述べたフォントを数式によって表現する手法を、音楽動画の歌詞やコミックのセリフや描き文字に応用した研究および、提案インタフェースの応用可能性について述べる。最後に10章で本研究をまとめる。

第2章 関連研究

2.1. フォントがもつ印象がひとに与える影響に関する研究

文字の形態要素に注目し、フォントがもつ印象空間を調査した研究は古くから数多く行われている。Poffenbergerら[15]は、29のフォントに対して調査を行い、安さ、尊厳、景気、贅沢さ、強さの5つの性格特性をもつことを明らかにしている。またLiら[16]は、24種類のフォントと10の性格特性との間の関連性を調査した。その結果、フォントに関する印象語として、真っ直ぐさ、優しさ、上機嫌さ、恐ろしさの4つの因子が抽出され、各因子に共通する形状特徴が存在することを明らかにしている。このように複数のフォントに共通した印象空間を特定する研究が行われている一方で、一部の研究では、あるフォントがどのような性格特性をもっているかを検証している。例えば、Kostelickら[17]は、Times New Romanを「書物に凝っていて伝統的」、Bodoniを「ドラマチックで洗練された」、Goudyを「肥っていて陽気な」と表現し、Shunshanら[18]は、Garamondを「優雅で洗練されていて自信のある」、Century Schoolbookを「真面目で友好的」と表現している。

上述したように、文字の形状によってフォントの性格特性は異なる。この性格特性の違いが、ひとの知覚や感情、行動に及ぼす影響を調査した研究もさまざまなものがある。木村ら[19]は、字形の異なる仮名書体が印刷文書の視覚的印象に与える影響の調査を行い、使用するフォントの違いによって、視覚的印象に変化が生じることを確認している。同様に、Mackiewiczら[20]もフォントがひとに与える影響について調査しており、15種類のフォントにおける10種類の属性に関する評価を収集し、フォントの視覚的特徴とデザイン特性に関連性があることを明らかにしている。さらに、Caldwell[21]も和文フォントに対する感情反応を体系的に分析し、フォントの視覚的特徴と感情反応に関係があることを明らかにしている。Lewisら[22]は、「チーター」という言葉への反応は、「遅い」印象をもつフォントよりも「速い」印象をもつフォントで提示した方が反応が速いというように、言葉から連想する印象とフォントがもつ印象が一致している場合、単語を分類する反応時間が速くなることを明らかにしている。

Childersら[23]は、カジュアルなフォントで広告資料を提示すると、ひとはよりカジュアルなブランドを知覚するようになることを示し、フォントが消費者の商品評価に強い影響を与えることを明らかにしている。このように、フォントが商品評価に及ぼす影響を調査した研究は数多く行われており、Doyleら[24][25]は、商品に合ったフォントの選択が、人々の選択行動に及ぼす影響について、いくつかの報告をしている。この中で、フォントの視覚的特徴から受ける印象は、言葉の意味より先にひとの感情に作用するため、商品とフォントの印象の一貫性を考慮することの重要性を述べている。また同著者ら[2]は、適切でないフォントを使用したチョコレートの箱よりも適切なフォントを使用したチョコレートの箱の

方が2倍の頻度で選択されることを明らかにし、フォントがブランドのアイデンティティを高め、市場シェアを獲得する一助になっていることを確認している。同様に、パッケージに用いるフォントの効果を調査した研究は数多く行われている。Karnalら[26]は、商品パッケージのフォントがもつ重量感が、消費者の選択行動に及ぼす影響を調査した。その結果、健康志向をもつ消費者は軽さを感じるフォントをより健康的なものとして認識し、フォントが購入意欲を高めることを明らかにしている。また向井[27]は、和文フォントを分類し、それらのフォントがペットボトル入りお茶飲料の美的印象に与える影響について調査している。調査の結果、美的印象が向上するフォントと向上しないフォントがそれぞれ存在することを明らかにしている。さらに竹原[28]は、酒の銘柄のフォントと酒瓶形状の組み合わせで、ひとにどのような印象を与えるか、金額の観点からどのようなランクの印象を与えるかを操作できることを明らかにしている。川島ら[4]や濱野ら[5]は、味の名前を表示するフォントをランダムに変えるシステムを用いて、消費者の選択行動が提示されるフォントによって影響を及ぼすことを確認している。

フォントが食品の印象に与える影響を調査した研究として、笠井ら[29]は、数種類の食品の画像とフォントを用いた実験を実施し、食品のイメージに適したフォントを導き出した。また、実験協力者へのインタビューで、フォントを選択する際には食品の味だけでなく、既製品のイメージや見た目の印象からも影響を受けていることを明らかにしている。また福永ら[30]は、和食の料理番組のテロップのフォントを変化させて視聴者に与える影響を調査し、ゴシック体よりも楷書体の方が和食に調和することを明らかにしている。さらにVelascoら[31]の研究では、角張った形状をもったフォントは「苦味」「塩辛さ」「酸味」を、丸みを帯びたフォントは「甘味」を連想させることを明らかにし、フォントの形状と味覚に関連があることを示している。

これらの研究から、文字から受ける印象はフォントにより変化し、また作成するコンテンツにもたせたい印象に応じて適切なフォントを選択することは重要であるといえる。したがって、フォント選択の支援を行う本研究もコンテンツ制作に対して有用であると考えられる。

2.2. 文字デザイン支援に関する研究

文字デザインを行う手段はさまざまあり、それぞれの手段に応じた文字デザインの支援に関する研究が多くなされている。まず、フォントを選択する手段を支援する研究について述べる。数あるフォントの中から制作するコンテンツの印象に合ったフォントを選定するのは困難である。Wuら[32]は、Webフォントを選定するプロセスにおいてユーザが直面する問題として、入手しやすさと読みやすさ、個性の3点あることを確認している。特に、読みやすさと個性のニーズを満たすフォントを見つけることが困難であることを明らかにしている。このように制作するコンテンツの印象に合ったフォントの選定に困難を要するた

め、フォントの選定を支援する研究は多数行われている。三好ら[33]は、看板や見出しなどの作成を支援するため、業種のイメージとフォントのイメージが一致するフォントを自動で選定する手法を提案している。さらに、同手法をもとに表札デザインの支援ソフトを開発し、フォント選定支援の有効性を確認している。また Choi ら[34]は、入力された画像の印象に合ったフォントを推薦するシステムを提案している。同システムは、ユーザからの信頼性や満足度を高めるため、フォントの推薦理由を提示する機能や、推薦結果に対し形状特徴のフィードバックを返す機能を備えている。さらに、色彩や感性評価によって、ユーザが入力したテキストの内容に適したフォントを推定する手法を提案した研究がある[35][36]。同手法では、テキスト内容のイメージに適した色彩およびフォントの自動選定を可能にしている。しかし、同手法はフォントの印象属性に関する事前調査を必要とし、システム運用を想定する場合、新規フォントの追加が困難であるという課題があった。そこで石橋ら[37]は、フォントの印象に関わる視覚的特徴を自動で抽出することで、新規フォントの追加にも対応した柔軟なフォント探索システムを提案している。同システムの評価実験の結果、従来のリスト形式のフォント探索よりも短い時間で探索できることを明らかにしている。また O'Donovan ら[38]は、クラウドソーシングによって集められたフォントの印象語を使用し、膨大に存在するフォントを整理することで、ユーザが所望する印象をもったフォントを効率的に探し出すことができるシステムを提案している。同システムも石橋らのシステムと同様に、フォントの視覚的特徴量を用いており、新規フォントの追加に対応している他、ユーザが選択したフォントと似た形状をもったフォントを候補として提示する機能を備えている。

次に、一から手書き/手描きで文字をデザインする方法を支援する研究について述べる。Lian ら[39]は、日本語や中国語など膨大な文字数を収録した手書きフォントを数種類の文字から自動で生成する手法を提案している。内平ら[40]は、モデルとする書の画像をサンプリングし、ユーザの筆跡に適用を可能としたシステムを提案している。これにより、困難な筆の操作を描画行為から切り離して、書道家のような筆跡を容易に表現することができる。このようにユーザの手書き文字を変形することで新たな字形を獲得する研究はさまざま取り組まれている。Murata ら[41]は、オノマトペと書道文字のかすれやぼかしの特徴との対応を明らかにし、オノマトペによってユーザが書いた書道文字を変形する手法を提案している。また Matukida ら[42]は、非線形変換を用いて手書き文字を行書体のように再形成する手法を提案している。さらに佐藤ら[43]は、ユーザの手書き文字を数式として表現し、そこにサイン波などの数式を付与することで、手軽にアニメーションを生成できる手法を提案している。また、評価実験から喜びや心配の印象を提案手法によって増幅できることを明らかにしている。

最後に、既存のフォントを変形して新たな文字をデザインする方法を支援する研究について述べる。Prototipo[44]や modulator[45]は、フォントを形づくるさまざまな要素を数値化し、ユーザがパラメータを調節することで新たなフォントを自動生成するサービスであ

る。また、既存のフォントを融合することで、新たなフォントを獲得する研究もいくつか存在する。Suveeranontら[46]は、ベースとなるフォントに任意のフォントを融合することで、新たなフォントに任意のフォントを融合することで、新たなフォントを生成するシステムを提案している。しかし、形状が大きく異なるフォント同士を融合すると、出力結果に歪みが生じてしまい、ユーザが手直しの必要があった。これに対し、Campbellら[14]は、似た形状のフォント同士が近くなるように、二次元平面上にフォントを配置し、融合した際の歪みが生まれにくいような手法を提案している。しかし、これらの手法で生成されたフォントが制作するコンテンツの印象に合うかどうかをフォント名や文字の形状から判断することが求められ、文字デザインの出来がユーザの知識量や経験値に左右されるという問題がある。

2.3. 感性を応用した研究

本研究は、ひとの感性をフォントに反映させるものであるが、ひとの感性をさまざまなコンテンツに応用した研究は数多く行われている。家田ら[47]の提案するシステムでは、写真から代表的な構図を認識し、元画像の印象を保ちつつ、より品質が高くなるようにトリミングを行い、撮影者の感性を反映した構図修正を可能としている。また、ポスターに着目した研究もいくつか行われており、尾畑ら[48]は、個人の感性をポスターのレイアウトや配色に適用することでポスター案を作成し、デザインに不慣れなひとを支援するシステムの開発を行っている。このシステムの評価実験により、ユーザの主観評価の高いポスターを作成できることを明らかにしている。さらに、映画鑑賞者の感性をポスターに反映した研究[49]もある。同研究は、鑑賞前後における印象のギャップを低減させるため、映画レビューの印象を色彩化し、それをポスターへ適用させることで、ポスターから受ける印象を調整するというものである。この手法で生成されたポスターを提示することにより、期待度と満足度の両者を均整できることを確認している。石塚ら[50]は、物語のシーンの印象を照明などの演出効果へ適用するシステムを提案し、製作者が意図する印象を視聴者へ伝えることができることを明らかにしている。清水ら[51]は、ユーザの入力した印象評価値に適合した音韻と形態をもつ新たなオノマトペを生成するシステムを提案している。システムの評価実験の結果、ユーザによって印象が理解しやすいオノマトペや新奇性のある印象のオノマトペを生成することが可能であることを確認している。これらの研究のように、ひとの感性を科学的に解明して、システムに組み込むことは重要であり、ユーザの負担を軽減するという点でニーズも高い。

フォントに対する感性を考慮した研究もいくつか行われている。田丸ら[52]は、ユーザが入力した「滑らかさ」「重厚感」「躍動感」の3つの感性値に応じて、ベースとなるフォントを変形することで、ユーザの求める感性に近い形状をもったフォントを出力する手法を提案している。同様に、感性語を入力することで手軽に日本語フォントを作成する研究もある

[53][54][55]. これらの研究では、フォントを形づくる要素と感性語との関連性を抽出し、文字数が多い日本語のほぼすべての文字の制御点を取得することで、丸みや歪みを加える、ストロークの幅を変更するといった多様なデザイン要素を組み合わせ、新たなフォントを生成する機能を実現している。本研究にて提案する手法も、ひとの感性に応じて新たなフォントを獲得するというものだが、既存のフォントがもつ印象値を用いて、それらを融合するという点でアプローチが異なった手法となる。

第3章 印象空間操作による文字デザイン支援手法

3.1. 提案手法

3.1.1. 文字デザインにおけるユーザのニーズ

従来のフォント選択インタフェースの多くは、フォントがリストで提示されるため、使用するフォント数を増やせば増やすほど、他のフォントとの比較が困難になるという問題がある。また、コンテンツの印象に合うかどうかをフォント名や文字の形状から判断することが求められるため、文字デザインの出来がユーザの知識量や経験値に左右されるという問題がある。つまり、従来のフォント選択インタフェースにおける問題を解決するためには、ユーザの知識量や経験値に依存せず、フォント間の比較が行いやすいインタフェースの設計が求められる。

3.1.2. 印象空間操作による文字デザイン支援手法

ユーザの知識量や経験値に依存せず、目的のフォントを探索する方法として、印象語による検索があげられる。印象語による検索とは、ひとが脳内で思い描くコンテンツの印象を入力することで候補を得る手段のことであり、キーワードでの検索が困難なコンテンツの探索を容易にできることが知られている[8][9][10][11][12]。また、探索するフォントの数が増えた場合においても、フォント間の比較を容易にする方法として、二次元平面インタフェースがあげられる。多くのデザインソフトで採用されている色のスペクトラムに代表されるように、二次元平面インタフェースは大量の候補の比較をシームレスに行うことができることが知られている。そこで本研究では、印象語入力と二次元平面上でフォント選択操作を行う方法を組み合わせたインタフェースを提案する。

3.1.3. 文字デザインの必要要件

フォントを選択する、選択したフォントを変形する、一から手書き/手描きでデザインするなど、文字デザインをする方法はさまざまあるが、本研究ではフォント選択における文字デザインを支援することを目的とする。

フォント選択における文字デザインに要求される機能として、一覧表示やフォントの出力などが考えられる。従来のフォント選択インタフェースの多くは、フォントをある規則にしたがって並べ、リスト化することで一覧化し、一覧から任意のフォントを選択することでフォントを出力している。しかし、提案手法は二次元平面上にフォントを配置し、選択位置

に応じてフォントを出力する。そこで、要求される機能をそれぞれ以下のように実現する。

- 一覧表示：二次元平面上にフォントを表示する
- フォントの出力：二次元平面上の選択位置に応じたフォントを出力する

まず、一覧表示については、リスト表示では使用するフォントの数を増やせば増やすほど、フォント間の比較が困難になるが、二次元平面上にフォントを表示することで、容易にフォント間の比較が可能になると期待される。フォントの出力については、従来のフォント選択インタフェースと同様に表示されたフォントを選択することで、文字に反映される。さらに、二次元平面インタフェースは、フォントが表示された部分以外を選択しても、新たなフォントを生成することで文字に反映される。これにより、フォントの数が少ない場合においても、目的のフォントを得ることができると期待される。

次に、フォントを探索する手段として、従来のフォント選択インタフェースでは、テキストによるフォント名の検索が用いられることが多い。また、一部のインタフェースでは、フォントの形状やジャンルで絞り込む手法が用いられている。一方、提案インタフェースでは、二次元平面上に配置されるフォントを、入力された印象語の値が大きい順に並び替える。従来のフォント選択インタフェースとは違い、提案インタフェースはフォントを数種類に絞り込むことはできないが、ユーザの知識量や経験値に依存しないため、探索が容易になると期待される。

3.2. 実装

印象語入力と二次元平面を組み合わせた文字デザイン支援のためのインタフェースをプロトタイプとして実装した。なお、実装には Processing を使用している。

図4左に示す通り、インタフェースはフォント生成コンポーネントと印象語選択コンポーネントの2つのコンポーネントから構成される。印象語選択コンポーネントは、フォントに関する印象語のリストからユーザが求める印象に合った印象語を選択するためのコンポーネントである。なお、同コンポーネントで選択された2つの印象語を軸にして、フォント生成コンポーネント上にフォントが配置されるため、3つ以上の印象語の選択を受け付けない仕様になっている。また、印象語のリストは詳細選択モード(図4右)と、印象語を数種類のジャンルに分類したジャンル選択モード(図4左)の2種類を用意した。これは、詳細選択モードにおける印象語の選択肢が多い場合、選択肢の少ないジャンル選択モードを使用することで、ユーザの選択における迷いを避けることができると考えたためである。

フォント生成コンポーネントは、ユーザが選択した2つの印象語を軸とした二次元平面上に、印象値に応じてフォントを配置し、ユーザの操作によってフォントを生成するためのコンポーネントである。なお、ユーザが1つ目に選択した印象語が二次元平面の横軸、2つ

目に選択した印象語が二次元平面の縦軸としている。また、フォントの配置は、右向き、上向きを正とし、二次元平面の中央が選択した2つの印象語の値が0になるようにしている。二次元平面上の任意の位置を選択すると、二次元平面上に配置されたフォントを、それぞれの選択位置までの距離に応じて割合を変化させ融合する。なお、融合割合は選択位置までの距離の逆数の比とし、最も近いフォントが最も多く反映されたフォントとなるようになっている。

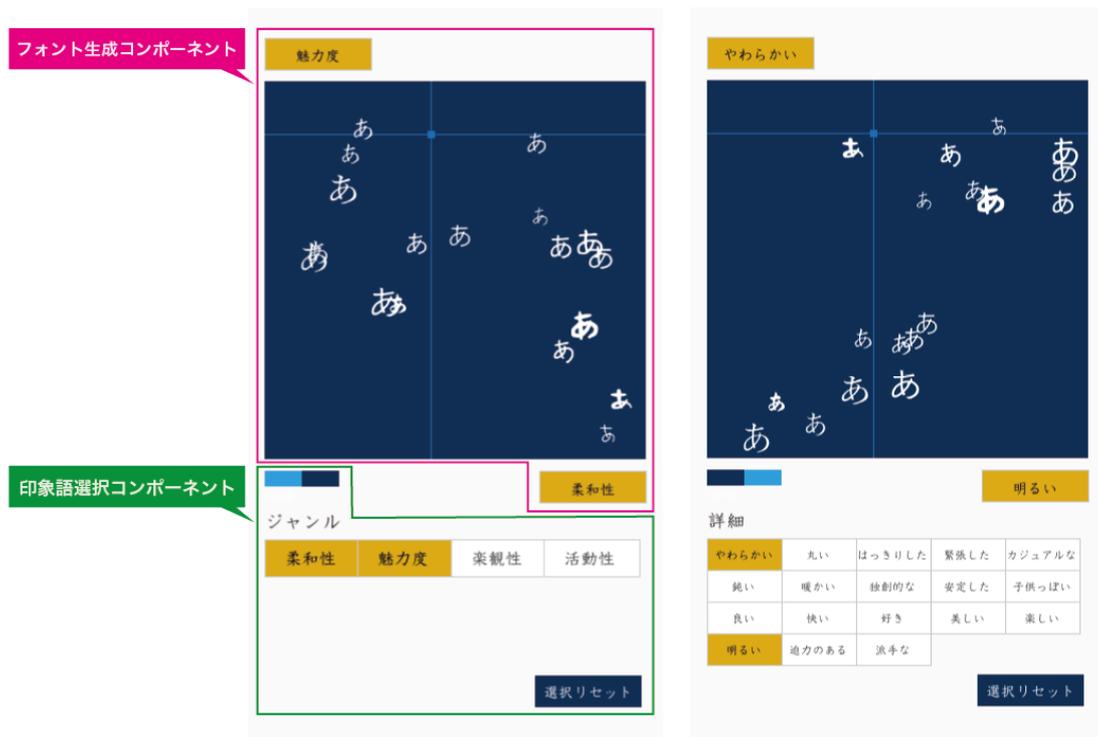


図4 ジャンル選択モード（左）と詳細選択モード（右）

3.3. 操作方法

ユーザははじめに印象語選択コンポーネントから二次元平面の軸とする印象語を設定する。なお、図4に示す通り、「ジャンル」と「詳細」の2種類ある印象語のリストは、印象語選択コンポーネント上部のトグルボタンを押すことで切り替えが可能である。ユーザが印象語のリストから2つの印象語を選択すると、フォント生成コンポーネントの二次元平面上にフォントが配置され、二次元平面上をクリック操作またはドラッグ操作することでフォントを生成できるようになる。また、印象語の組み合わせを変更したい場合には、インタフェース下部にある選択リセットボタンを押すことで、印象語の選択を解除し、二次元平面上のフォント配置結果をリセットすることができる。

第4章 フォントの数式化・融合手法

本研究で提案するインタフェースは、ユーザが入力した印象語を軸にした二次元平面上にフォントが等間隔かつ連続的に配置されるように、複数融合したフォントを生成して補間する。そこで、中村らの手書き文字の数式化手法[56]を応用し、フォントを計算可能にすることで、複数のフォントの融合を可能にする手法を提案する。具体的には、手書き文字を数式化する際、従来は文字の一面一面を点列の軌跡として捉えていたが、図5のように、フォントを半径の変化する円の軌跡によって表現できると仮定し、フォントの芯線に太さの情報を加えることで、フォントの数式化を実現する。以下4.1節では、フォントを数式化する手順について述べ、4.2節では、任意のフォントを任意の割合で融合するアルゴリズムについて述べる。

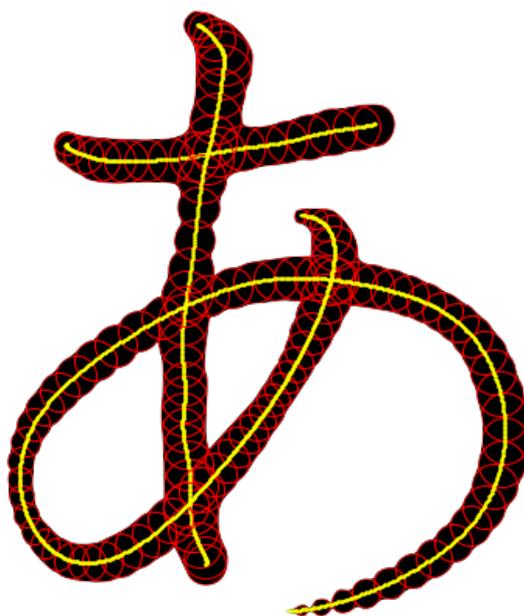


図5 フォント表現のイメージ

4.1. フォントの数式化

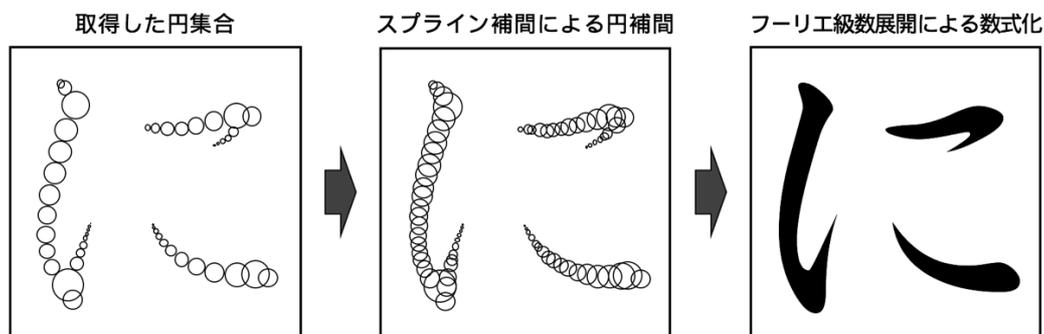
まず、フォントを数式化するため、ユーザに各ストロークをなぞってもらうことで芯線候補となる点列データを取得する。次に以下のアルゴリズムによってフォントを描く円の集合 R を求める。

- (1) 集合 R を空にし、フォントで表示された文字を画像として表現する。また、この画像に内接する最大の円の半径 r を求める。

- (2) フォント文字内部に含まれ、かつフォントの外縁部と隣接する半径 r の円の中心座標 (x, y) を求める。円が見つからなかった場合は(4)へ。
- (3) (2)で求められた円の領域が、集合 R のすべての円と閾値以上重複していない場合はその円の集合 R へ追加する。その後(2)へ。
- (4) 半径 r を 1 減らし、(2)の処理を行う。ここで半径 r がある閾値以下の場合、処理を終了する。

このように作成した円の集合 R は、半径の大きい順に格納されているので、円の中心座標が正しい書き順になるように並び替える必要がある。そこで、事前に用意した芯線候補となる点列データを元に、円をストロークに対応させるとともに、ストロークに沿って順序を並び替える。

上記の手順で取得した円の集合だと数が不十分であるため、表現するフォントが滑らかでなくなってしまう。そこで、フォントをなめらかに表現するため、取得した円の集合をできるだけ接続するように3次スプライン補間を行い、間を埋める円を生成する。次に、補間された円の中心座標を順に通る平面曲線の数式を求める。ここで、フーリエ級数は区分的に滑らかな関数に収束することが知られており、平面曲線とみなしたストロークをフーリエ級数で表せることが可能である。このようにして得られた数式を用いて、フォントを表現する(図6)。



オリジナルの円集合

$$(x, y, r) = \{(x_1, y_1, r_1), (x_2, y_2, r_2), \dots, (x_n, y_n, r_n)\}$$

ストロークの数式

$$\begin{aligned} X_1 &= f_1(t), Y_1 = g_1(t), R_1 = h_1(t) \\ X_2 &= f_2(t), Y_2 = g_2(t), R_2 = h_2(t) \\ X_3 &= f_3(t), Y_3 = g_3(t), R_3 = h_3(t) \end{aligned}$$

スプラインによって補間された円集合

$$(x', y', r') = \{(x_1, y_1, r_1), (x_{1,1}, y_{1,1}, r_{1,1}), \dots, (x_{1,m}, y_{1,m}, r_{1,m}), (x_2, y_2, r_2), \dots, (x_n, y_n, r_n)\}$$

図6 フォントの数式化手順

数式化の手順として、まず文字の1ストロークの円集合に対し、スプライン補間を適用した円集合を終点で折り返し、そのまま同じ点を通る形で始点まで円を追加することで閉

曲線の円集合を作成する。ここで閉曲線にする理由は、フーリエ級数展開によって数式化する際に始点と終点が離れている場合は、両端をつなごうとして両端近辺で曲線が波打ってしまうためである（ギブス現象）。

次に、この円集合を通る平面曲線の媒介変数表示を

$$\begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t) \\ r = h(t) \end{cases} \quad -\pi \leq t \leq \pi \quad (1)$$

としたとき、 $f(t)$ は周期関数ではないが（ $g(t)$ 、 $h(t)$ についても同様なので省略）、

$$f(t) = f(t + 2m\pi) \quad m \text{は整数} \quad (2)$$

と定義することにより、周期関数とみなすことができる。さらに、文字の角も近似的に急な曲がり方をした曲線とみなすことにより、 $f(t)$ はフーリエ級数で表示可能である。すなわち、

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nt + b_n \sin nt) \quad (3)$$

と表すことができる。ここで、 a_n と b_n は

$$\begin{cases} a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(t) \cdot \cos nt \, dt \\ b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(t) \cdot \sin nt \, dt \end{cases} \quad (4)$$

で求めることができる。また、座標のデータは離散であるが、上記の式は座標データが等間隔に並んでいるとすると、 a_n と b_n は求める積分を和で近似することができる。この手法によって、媒介変数表示された平面曲線としての各ストロークの数式を得ることができる。

この t における $(f(t), g(t))$ がフォントの芯線上の点列となり、その点からフォントの外縁に内接する点までの距離が太さ情報 $h(t)$ となり、この数式の値を t の値が0から π まで変化させて円をプロットすることで数式化したフォントを描画することができる（描画において t の値が0から π までとなっているのは、フーリエ級数によって数式化する前に閉曲線となる

ように折り返しているためである).

4.2. フォントの融合

4.1 節で得られたフォントの各ストロークはそれぞれ, $(x, y, r) = (f(t), g(t), h(t))$ のように t の式で表すことができる. この数式を用いて, N 種類のフォントを任意の割合で融合したフォントのストロークの数式を以下の手法によって求める. それぞれのフォントのストロークの数式を

$$\begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t) \\ r = h(t) \end{cases} \quad -\pi \leq t \leq \pi \quad (5)$$

と表し, 各フォントの融合割合を $\alpha_1 \sim \alpha_N$ とすると, 融合したフォントのストロークの数式は

$$\begin{cases} x = \sum_{k=1}^N \alpha_k f_k(t) \\ y = \sum_{k=1}^N \alpha_k g_k(t) \\ r = \sum_{k=1}^N \alpha_k h_k(t) \end{cases} \quad \sum_{k=1}^N \alpha_k = 1 \quad (6)$$

と表すことができる.

第5章 フォントに関する印象評価データセット構築

本研究で提案するインタフェースは、フォントの印象語を入力として使用するため、フォントがひとに与える印象の因子構造を求める必要がある。本章では、データセット構築の内容と実際に得られたフォントに関する印象語および印象評価データセットについて述べる。

5.1. データセット構築手続き

17名(20~23歳の大学生)に対し、Webページ上で任意のフォントを使用して提示された文章を見て感じた印象を評価してもらった。評価するフォントは、株式会社モリサワ[57]が定める5種類のカテゴリ(明朝体, ゴシック体, 丸ゴシック体, 筆書体, デザイン書体)に手書き風フォントカテゴリを加え、各カテゴリから3つずつ選定した, 合計18種類を使用した(表1)。これらのフォントを用いて, 文字列自体が印象をもたない「あいうえお安以宇衣於」と提示された評価画像を作成し, 図7に示すWebページ上に提示し, 抱いた印象を評価してもらった。評価項目は, 和文フォントの印象調査[58][59]で使用された形容詞対を参考にし, 35対の形容詞対を選定した(表2)。これらの形容詞対を用いて, 「どちらでもない(±0)」を中心に, 両側に「やや(±1)」「かなり(±2)」「非常に(±3)」の7段階で評価してもらった。なお, 提示するフォントと印象語の順序はランダムになるようにした。フォントを評価してもらうためのWebページは, HTML, JavaScript, PHPを使用し構築した。

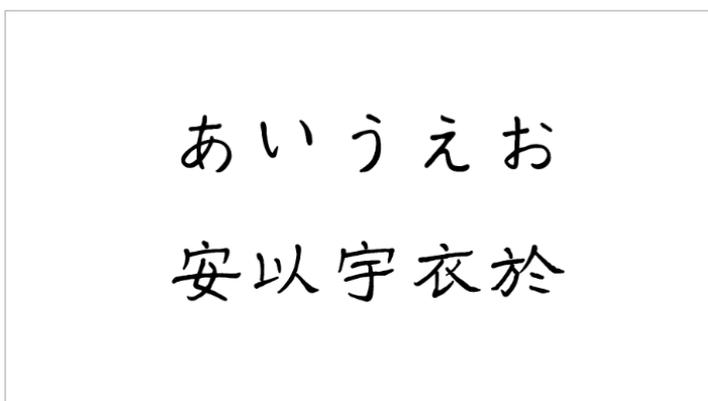
5.2. データセット構築結果

得られたデータから, どのような印象構造が形成されるのかを確認するために, 全18種類のフォント, 35対の評価項目に対して, 主因子法, プロマックス回転による因子分析を実施した。共通性が0.35を下回った形容詞対や, 複数の因子に付加する形容詞対を除外する手続きを行い, 最終的に18の形容詞対と4つの因子が抽出された(表3)。第1因子は, 「やわらかい」「丸い」などの項目に正の負荷があるほか, 「はっきりした」「緊張した」などの項目に負の負荷が高いことから「柔和性因子」と命名した。また, 第2因子は「良い」「快い」「好き」「美しい」の全てにおいて, 高い正の負荷が見られることから「魅力性因子」と命名した。同様に, 第3因子は「楽しい」「明るい」に高い正の負荷が見られることから「楽観性因子」, 第4因子は「迫力のある」「派手な」に高い正の負荷が見られることから「活動性因子」と, それぞれ命名した。なお, これら4因子における累積寄与率は67.1%であった。

表 1 データセット構築対象フォント

明朝体	游明朝	筆書体	游教科書体
	DFP華康明朝体W3		DFP華康楷書体W5
	ヒラギノ明朝ProN		DCP麗楷書 W5
ゴシック体	游ゴシック	デザイン	DFPクラフト墨 W9
	凸版文久ゴシック		DFPハンノテート W5
	DFP華康ゴシック体W3		DFPスティック W5
丸ゴシック体	筑紫A丸ゴシック	手書き風	DFPてがき誠 W3
	DFP中丸ゴシック体		DFPてがき楽 W3
	ヒラギノ丸ゴProN		DFPハンジペン W5

画像を見て、あなたが受けた印象を7段階で回答してください。実験の進捗状況はページ下部に表示されています。
 中断したい場合はこのままこのページを閉じていただいてもかまいません。



画像：47/97枚目

印象語：1/35対目

図 7 評価ページ

表 2 印象評価に使用した形容詞対 (+3~-3)

良い-悪い	明るい-暗い	好きな-嫌いな
軽い-重い	美しい-醜い	楽しい-苦しい
快い-不快な	緊張した-ゆるんだ	安定した-不安定な
やわらかい-かたい	暖かい-冷たい	鋭い-鈍い
澄んだ-濁った	丸い-四角い	湿った-乾いた
はっきりした-ぼんやりした	動的な-静的な	開放的-閉鎖的
強い-弱い	独創的な-模範的な	派手な-地味な
今風な - 古風な	にぎやかな-静かな	洋風-和風
激しい-穏やかな	贅沢な-質素な	速い-遅い
カジュアル-フォーマル	迫力のある-物足りない	都会的な-田舎風な
積極的な-消極的な	子供っぽい-大人っぽい	複雑な-単純な
男性的な-女性的な	陽気な-陰気な	

表 3 因子分析結果

因子名	形容詞対	因子1	因子2	因子3	因子4	共通性
柔和性	やわらかい-かたい	0.87	0.22	0.13	-0.06	0.81
	丸い-四角い	0.86	0.24	0.03	0.00	0.72
	はっきりした-ぼんやりした	-0.85	0.03	0.26	0.17	0.63
	緊張した-ゆるんだ	-0.85	-0.07	-0.05	0.00	0.74
	カジュアル-フォーマル	0.81	-0.03	0.02	0.08	0.72
	鋭い-鈍い	0.70	-0.05	-0.02	-0.06	0.48
	暖かい-冷たい	0.68	0.21	0.20	0.01	0.61
	独創的な-模倣的な	0.67	0.13	-0.05	0.23	0.63
	安定した-不安定な	-0.66	0.26	0.18	-0.09	0.62
子供っぽい-大人っぽい	0.65	-0.31	0.23	0.08	0.70	
魅力性	良い-悪い	0.12	0.91	-0.11	0.03	0.68
	快い-不快な	0.13	0.87	0.00	-0.08	0.74
	好き-嫌い	0.11	0.86	0.04	0.10	0.72
	美しい-醜い	-0.20	0.70	0.02	0.00	0.62
楽観性	楽しい-苦しい	0.13	-0.05	0.82	-0.03	0.72
	明るい-暗い	0.06	0.01	0.78	0.03	0.66
活動性	迫力のある-迫力がない	-0.13	0.11	-0.05	0.85	0.66
	派手な-地味な	0.13	-0.09	0.05	0.75	0.67
	寄与率	0.33	0.18	0.08	0.08	
	累積寄与率				0.67	

第6章 使用実験による提案手法の特性調査

提案インタフェースの特性を調査するために、デザインの知識量や経験値に依存せず、ユーザの求める微細で直感的な印象に合致したフォントを獲得することができるという仮説を立て、提案インタフェースと2種類のインタフェースとの比較実験を行った。

6.1. 実験準備

まず、実験で使用してもらう3種類のインタフェースを用意した。1つ目のインタフェースは、3章で提案した印象語入力と二次元平面を組み合わせたインタフェースである。ここで、提案インタフェースで使用する印象語や印象値、フォントは、5章のデータセット構築で得られた結果を使用している。提案インタフェースで選択可能な印象語は、5章の因子分析で得られた4つの因子名と18の形容詞対とし、それぞれの印象値は、17名分の評価値を平均した値を-1~+1になるように正規化した値としている。また、二次元平面上に配置されるフォントは5章のデータセット構築で評価対象とした18のフォント(表1)を使用している。なお、融合結果を写真上の文字をリアルタイムに反映する際、違和感のない速度を保つため、本実験で融合するフォントを4つとしている。2つ目のインタフェース(図8左)は、従来のグラフィックデザインソフトで主に用いられている、フォント名を五十音順にリスト形式で並べられているものである。なお、表示するフォント名は、そのフォントで表示している(以下、リスト形式とする)。3つ目のインタフェースは(図8右)は、提案インタフェースと同様、印象語入力と二次元平面を組み合わせたインタフェースで、使用する印象語や印象値、フォントは提案インタフェースと同じものになっている。提案インタフェースとの相違点は、提案インタフェースは二次元平面上の任意の位置に応じてフォントを融合するのに対し、このインタフェースに融合する機能はなく、可視化されたフォント上しか選択することができない点である(以下、マップ配置形式とする)。

次に、3種それぞれのインタフェースで作成した文字デザインを、写真上の文字にリアルタイムに反映するシステム(図9)を作成した。このシステムは、画面上部に示された文字列が、著者が予め設定した位置や大きさ、色で表示されるようになっており、実験協力者にはインタフェースを用いた文字デザインのみを注力してもらう設計にしている。なお、文字デザインの作業時間を記録するため、画面下部に開始ボタンと完了ボタンを設置した。実験協力者には、このシステムの文字デザインインタフェースの部分が異なる3種類のシステムを順に使用して、それぞれ5枚ずつの写真に対し、デザインタスクを行ってもらうよう、実験を設計した。なお、順序効果を考慮し、3つのシステムを使用する順番を実験協力者ごとに変更した。



図 8 リスト形式（左）とマップ配置形式（右）の選択部

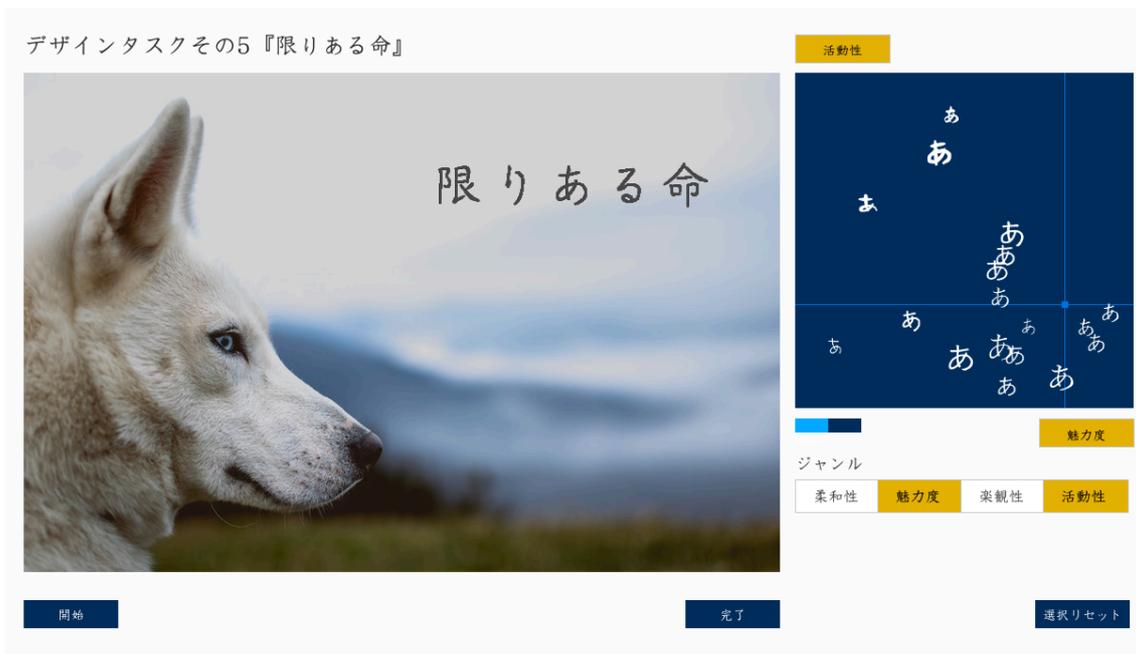


図 9 実験システム

実験のデザインタスクに使用する5枚の写真とそれぞれの写真に付加する文章は、5つのカテゴリ（人、動物、自然、町並み、食べ物）から著者が設定した。使用する写真は、商用利用が可能な写真素材提供サイト「Unsplash」[60]から、それぞれのカテゴリに合致する写真を3枚ずつ収集した。さらに、写真に付け加える文章についても、5つのカテゴリから1つずつ著者が設定した。設定した文章は以下の通りである。

- 人：守りたいこの笑顔
- 生物：限りある生命
- 食べ物：おなかが空いた
- 町並み：うつくしい町なみ
- 自然：地球を知ろう

定量的指標として、作業した時間を記録するため、それぞれのシステムに「開始」ボタンと「完了」ボタンを設けた。また、デザインタスク作業時にクリックした印象語やフォント、そしてそれらを選択した回数も記録した。さらに、各ユーザのデザイン行動を記録するため、操作画面を収録した。

6.2. 実験手順

実験協力者15名（21～23歳の大学生）に対し、3種類のシステムを5回ずつ使用し、文字デザインタスクを計15回行ってもらった。実験では、実験協力者に対し、システム内に提示される写真と写真に付け加える文章から総合的に判断してデザインのコンセプトを決めた後で、それぞれのインターフェースを使用してコンセプトに合った文字デザインを行うように指示した。実験を行ってもらう際、実験協力者に対し、デザインのコンセプトを決めた後、「開始」ボタンを押してから作業を開始し、文字デザインが終了したら「完了」ボタンを押すように指示し、作業時間を記録した。

実験協力者には、それぞれのデザインタスクの試行後に獲得した字形に関するアンケートとして、以下のQ1～Q3の3つの質問に回答してもらった。また、すべてのデザインタスクを終えた後、使用したシステムに関するアンケートとして、以下のQ4～Q6の3つの質問に回答してもらった。なお、Q1とQ6は自由記述で回答し、その他の質問は5段階のリッカート尺度で回答してもらった。

- Q1：製作のコンセプト
- Q2：コンセプト通りのフォントは得られたか
- Q3：獲得した字形で文章が写真上に表示されたときの満足度
- Q4：文字をデザインする手間

- Q5：システムのUIの使いやすさ
- Q6：システムを使用した意見・感想

6.3. 実験結果

図10, 図11は, 各デザインタスク後のアンケート結果(Q2, Q3)を-2~+2の5段階の数値で集計し, 実験参加者の平均値をタスクごとにまとめ, 手法別に示したものである。それぞれのアンケート結果に関して, デザインタスクと手法の影響を分析し, 提案手法の有意性を検証するため, 2要因の分散分析を行った。その結果, 手法の主効果においてマップ配置形式のQ2 ($F[1,4] = 5.47, p < 0.05$), Q3 ($F[1,4] = 4.95, p < 0.05$) およびリスト形式のQ3 ($F[1,4] = 6.54, p < 0.05$)において, 有意であった。また, デザインタスクの主効果はどちらの設問でも有意でなく, デザインタスクの違いによる影響がないことが確認された。

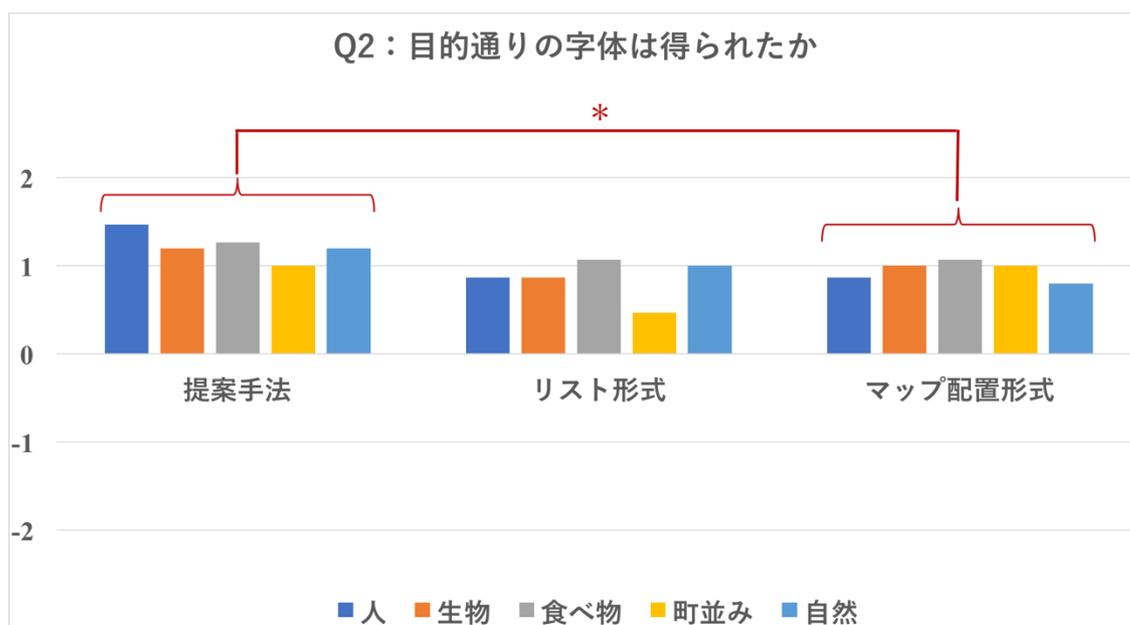


図10 獲得した字形に関するアンケート結果 (Q2)

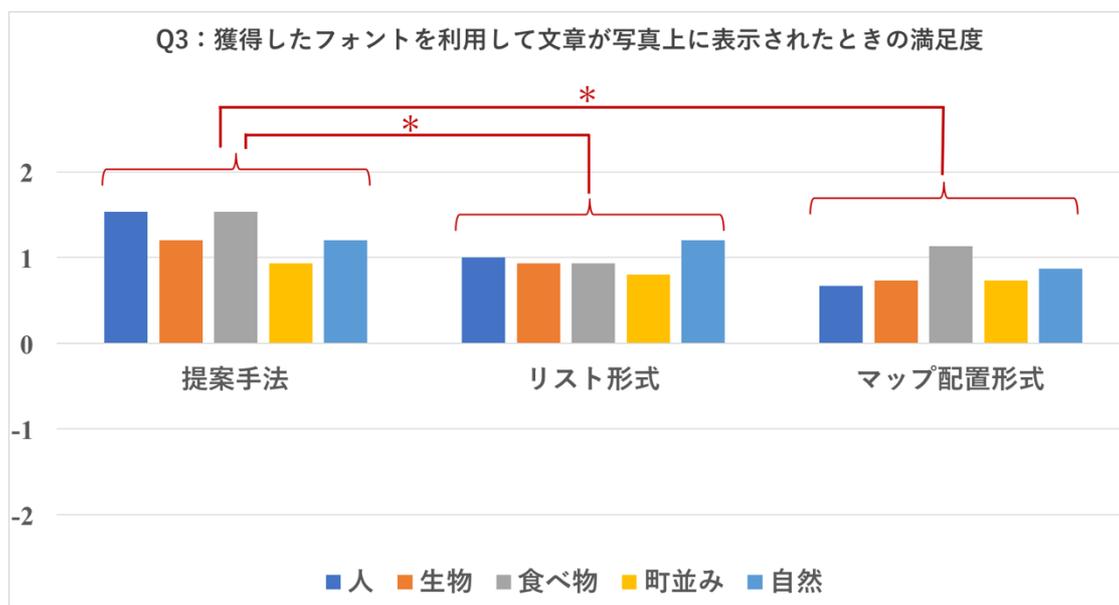


図 11 獲得した字形に関するアンケート結果 (Q3)

表 4, 表 5 は, システムの使用感に関するアンケート結果 (Q4, Q5) を-2~+2 の 5 段階の数値で集計し, 実験参加者ごとの評価値を手法ごとにまとめたものである. この結果に対し, システムの使用感に関する提案手法の有意性を検証するため, 対応のある t 検定を行ったが, どの設問においても有意な差は見られなかった.

表 6 は, 提案手法とリスト形式について, 選択または生成したフォントが写真上に表示された回数 (以下, 字形プレビュー数とする) と満足度 (Q3 のアンケート結果を-2~+2 の 5 段階の数値で集計した平均値) を, 実験協力者ごとにまとめたものである. 字形プレビュー数に着目すると, 15 名中 10 名の実験協力者において, 提案手法がリスト形式よりも少ないプレビュー数となっている. また, Q3 評価値に着目すると, 15 名中 11 名の実験協力者がリスト形式よりも提案手法を高く評価していることがわかる. さらに, E, H, J, K を除く 11 名は, 字形プレビュー数が少ない手法をより高く評価しており, A, B, C, F, G, I, M, N, O の 9 名はリスト形式より提案手法を評価している. A, B, C, F が提案手法, リスト形式それぞれを用いて行った文字デザイン結果を図 12, 図 13 に示す.

表4 システムの使用感に関するアンケート結果 (Q4)

ユーザ	提案手法	リスト形式	マップ配置形式
A	1.0	0.0	1.0
B	2.0	-2.0	2.0
C	1.0	0.0	1.0
D	0.0	2.0	1.0
E	2.0	2.0	2.0
F	2.0	1.0	2.0
G	2.0	2.0	2.0
H	1.0	2.0	0.0
I	2.0	-2.0	1.0
J	1.0	2.0	2.0
K	1.0	2.0	2.0
L	1.0	2.0	0.0
M	1.0	-1.0	0.0
N	-1.0	1.0	-2.0
O	-1.0	2.0	2.0
平均	1.00	0.87	1.07
標準偏差	0.97	1.45	1.12

表5 システムの使用感に関するアンケート結果 (Q5)

ユーザ	提案手法	リスト形式	マップ配置形式
A	1.0	2.0	2.0
B	1.0	0.0	2.0
C	1.0	0.0	0.0
D	2.0	-1.0	2.0
E	2.0	2.0	1.0
F	2.0	2.0	1.0
G	2.0	2.0	2.0
H	0.0	2.0	0.0
I	2.0	0.0	1.0
J	2.0	2.0	1.0
K	0.0	2.0	1.0
L	2.0	2.0	0.0
M	2.0	0.0	0.0
N	2.0	0.0	-1.0
O	0.0	0.0	1.0
平均	1.40	1.00	0.87
標準偏差	0.80	1.10	0.88

表 6 字形プレビュー数と満足度の関係

実験協力者	項目	提案手法	リスト形式
A	字形プレビュー数	2.2	6.6
	Q3 評価値平均	1.4	0.8
B	字形プレビュー数	2.8	18.0
	Q3 評価値平均	1.6	0.4
C	字形プレビュー数	11.6	16.0
	Q3 評価値平均	0.4	-0.2
D	字形プレビュー数	15.8	13.2
	Q3 評価値平均	0.4	1.2
E	字形プレビュー数	37.4	25.8
	Q3 評価値平均	1.0	0.2
F	字形プレビュー数	8.2	11.2
	Q3 評価値平均	1.0	0.6
G	字形プレビュー数	5.8	13.4
	Q3 評価値平均	2.0	1.8
H	字形プレビュー数	10.4	18.8
	Q3 評価値平均	0.6	1.4
I	字形プレビュー数	8.0	27.8
	Q3 評価値平均	1.8	0.8
J	字形プレビュー数	23.6	8.0
	Q3 評価値平均	1.6	1.2
K	字形プレビュー数	14.2	12.2
	Q3 評価値平均	1.8	1.4
L	字形プレビュー数	3.8	3.4
	Q3 評価値平均	1.6	2.0
M	字形プレビュー数	8.2	19.0
	Q3 評価値平均	1.4	0.4
N	字形プレビュー数	6.0	12.0
	Q3 評価値平均	1.4	-0.2
O	字形プレビュー数	13.0	21.0
	Q3 評価値平均	1.2	0.6

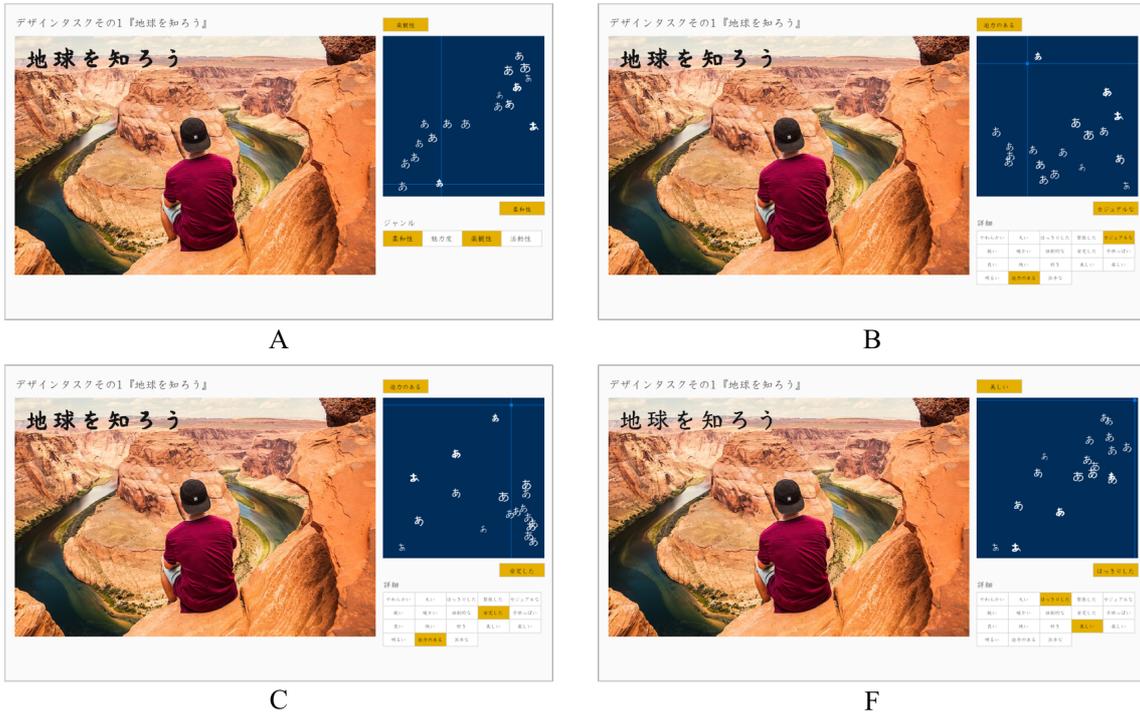


図 12 提案手法を用いた文字デザイン結果

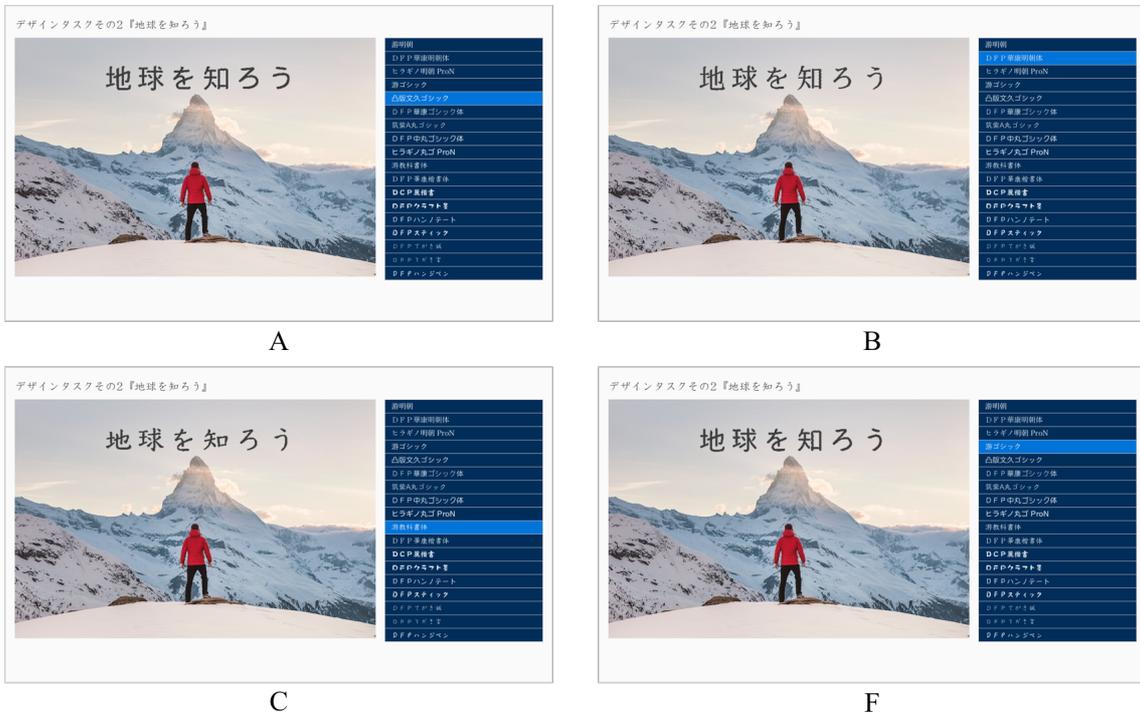


図 13 リスト形式を用いた文字デザイン結果

提案手法よりリスト形式を評価したD, Lに関して、画面収録したデザイン行動を観察した結果、印象軸を何度も選び直している場面が多く見受けられた。さらに、システムを用いて作業していた時間の平均値を手法間で比較すると、D, L どちらの実験協力者も提案手法の方がリスト形式よりも長くシステムを使用していることがわかる(表7)。またHも、字形プレビュー数が提案手法の方が少ないのにも関わらず、リスト形式を高く評価していた。この結果に対し、Hのシステムを使用した感想に着目すると、「おしゃれなフォントがほしかったが対応する印象語が見つからなかった」「印象軸の向きがよくわからなかった」と印象軸の設定に手間取った意見が得られた。

表7 システム作業時間(秒)

実験協力者	提案手法	リスト形式
D	15.8	13.2
L	40.8	12.2

一方で、E, J, Kは字形プレビュー数がより多い提案手法を使用した方が、写真に表示された場合の満足度が高くなるという結果となった。この結果に対し、同3名のシステムを使用した感想を収集したところ、「形状はそのままに太さだけ太くしたかった」「文字の大きさや配置、色を自分で調節したかった」など、他の実験協力者に見られないデザインの細かい部分にこだわりたいという意見が得られた。

次に、Q6で得られたシステムを使用した意見や感想を手法ごとに記す。リスト形式では、「フォント名だけではフォントのイメージが湧かないので選ぶのが大変だった」「上から順に検討する必要がある、面倒だった」など、リスト形式の問題点を指摘する意見が得られた。また、「意図通りのフォントを選ぶのに時間がかかった」「イメージに合うフォントが見つからない場合、苦渋の選択を迫られた」といったフォントの印象をフォントの形状から判断することが難しいという問題を指摘する意見も得られた。

マップ配置形式では、「最適なフォントを提示してくれている感じが良い」「最初に連想した方向性を表現できる軸があれば、すぐに目的のフォントが見つかる」など、入力した印象語に応じて二次元平面上にフォントを配置する手法を評価する意見が得られた。しかし、「欲しい所にフォントがないとあまり満足できなかった」「妥協点を見つけるのが大変だった」というフォントの配置結果に偏りが生じたときの不便さを指摘する意見が得られた。

提案手法では、「自分が考えている形容詞を入力し、それに最適なフォントが生成され、見事にピッタリなフォントができたときのワクワク感が良い」「使いたいフォントが思いつかない場合は、リスト形式より良いと思った」といった肯定的な意見が得られた。一方で、「微調整するのが面倒だった」といったフォントの獲得までに時間がかかることを指摘した意見も得られた。

6.4. 考察

図10, 図11の分析結果から、デザインタスクによらず提案手法が有用であることが明らかとなった。また、リスト形式との有意差がQ2については確認されず、Q3では確認された。この結果の要因として、提案手法が二次元平面上の選択位置によってリアルタイムに新たなフォントを生成することができるため、ユーザが写真にマッチするようにフォントを微調整することができたからだと考えられる。

表4, 表5の結果から、システムを使用したときの文字デザインに対する手間に関して、各手法間で有意差が認められなかった。印象語を入力し、二次元平面上の任意の位置を選択することでフォントを生成する提案手法は、リスト形式に比べ字形の獲得までのステップ数が多い。しかし、提案手法の文字デザインに対する手間がリスト形式と同等である結果が得られた。以上の結果と図12, 図13の分析結果から、提案手法はリスト形式と同程度の手間で、ユーザの満足のいく字形が得ることができると結論づけられる。

表6の結果から、ユーザのデザイン行動の違いにより、提案手法の使用方法が異なることが示唆された。具体的には、A, B, C, F, G, I, M, N, Oの9名は、字形プレビュー数がより少なくなった提案手法を用いた方が、より満足度の高いフォントを獲得できるという結果となった。これは、同9名がデザイン知識に乏しかったため、フォント名がそのフォントで表示されるリスト形式では、選んだフォントが与える印象を判断することが困難であったと推測される。したがって、印象語を入力することで最適なフォントを獲得できる提案手法がリスト形式よりも文字デザインを支援できたと考えられる。また、E, J, Kの3名は、字形プレビュー数が多かった提案手法が、リスト形式より満足度の高いフォントを獲得できるという結果となった。この結果に対し、同3名のシステムを使用した感想に着目すると、デザインの細部にこだわり微調整を繰り返したという意見が多く得られた。つまり、同3名はデザインに関心があり、写真にマッチするように試行錯誤することが好きであると推測される。以上の結果から、提案手法はデザイン知識の少ないユーザ、デザインに関心のあるユーザ、どちらのユーザに対しても、有用な手法であると考えられる。

一方で、D, L, Hの3名はリスト形式を使用した方が、より満足度の高いフォントを獲得できるという結果となった。この結果に対し、D, Lのデザイン記録を観察したところ、印象軸を何度も選び直している場面が共通して多く得られた。また表7より、D, Lどちらの実験協力者も提案手法の方がリスト形式よりも長くシステムを使用していることがわかる。以上の結果から、提案手法ではD, Lの決定したデザインコンセプトに合った印象語が見つからなかったため、Q3の評価値が低くなったと考えられる。同様に、リスト形式をより高く評価したHも、提案手法のシステムを使用した感想として、印象軸の設定に手間取った意見が得られた。したがって、印象語の選定の再検討と二次元平面インタフェースの改善が必要であると考えられる。

第7章 数式によって表現されたフォントの特性解明

7.1. 目的

4章にて、ベクタ形式のフォント（以下、ベクタフォントとする）を数式化し、任意の割合で複数のフォントを融合する手法を述べた。しかし、数式で表現されたフォント（以下、数式化フォントとする）や、複数のフォントを融合して生成されたフォント（以下、融合フォントとする）の妥当性を確認できていない。そこで本章では、以下の仮説の検証とともに、数式で表現したフォントの特性を解明する。

- ベクタ形式のフォントを数式によって表現したフォントは、ベクタフォントがもつ印象と類似する
- 複数のフォントの印象値を任意の割合で融合し生成されたフォントは、各々のフォントの印象値を同様の割合で融合した印象をもつ

7.2. 事前準備

2つの仮説を検証するためには、ベクタフォントと数式化フォント、融合フォントそれぞれの印象構造を求める必要があるが、5章で構築したデータセットは、ベクタフォントに関する印象構造のみである。また、5章で構築したデータセットから、表1に示す明朝体カテゴリ、ゴシック体カテゴリ内のフォント間の印象構造が類似していることが明らかになった。そこでまず、5章で使用した評価対象のフォント一覧（表1）から類似する印象構造をもつフォントを除外し、新たに独自性の高いフォントを追加する手続きを行い、合計20種類を選定した（表8）。次に、選定した20種類のフォントに対し、ベクタフォントおよび4章の手法で作成した数式化フォントを用いて、評価画像を作成した。また、同様の評価画像を、20種類のフォントから2つのフォントを3種類の割合（25%–75%、50%–50%、75%–25%）で融合したフォントを、すべての組み合わせ（ ${}_{20}C_2 \times 3 = 570$ 通り）で作成した。以上の手順で作成した評価画像に対し、5.1節と同様の手続きでデータセット構築を行った。

データセット構築は、18~25歳の学生65名に協力してもらった。それぞれの協力者には、ベクタフォント20種類、数式化フォント20種類に加えて、全570種類ある融合フォントの中からランダムに選定した57種類のフォントの計97種類のフォントを評価するように依頼した。

データセットは、最終的にベクタフォントが637個、数式化フォントが678個、融合フォントが2328個の合計3643個のサンプルが収集された。得られたデータから、どのような印象構造が形成されるかを確認するために、全20種類のベクタフォントに対して、主因

子法，プロマクス回転による因子分析を実施した．因子負荷量が 0.50 を下回った形容詞対や，複数の因子に 0.35 以上の負荷量を示した形容詞対を除外する手続きを行った結果，最終的に 20 の形容詞対と 5 因子が抽出された（表 9）．第 1 因子は，「にぎやかな」「陽気な」「楽しい」などの項目に正の負荷があることから，「楽観性」と命名した．また，第 2 因子は，「良い」「好きな」「美しい」などの項目に正の負荷があることから「魅力度」と命名した．同様に，第 3 因子は，「強い」「迫力のある」などの項目に正の負荷があるほか，「軽い」の項目に負の負荷があることから「迫力度」，第 4 因子は，「都会的な」「今風な」などの項目に正の負荷があることから「近代性」，第 5 因子は，「複雑な」「贅沢な」などの項目に正の負荷があることから「装飾性」とそれぞれ命名した．なお，これら 5 因子における累積寄与率は 58.7%であった．

表 8 評価対象フォント一覧

フォント名	略称	フォント名	略称
DFP平成ゴシック体 W3	GT3	DFP爽流体 W7	SR7
DFP平成ゴシック体 W7	GT7	DFP金叉体 W5	KB5
DFP平成明朝体 W3	MC3	DFPクラフト墨 W9	CS9
DFP平成明朝体 W7	MC7	DFPスティック W5	ST5
DFP平成丸ゴシック体 W4	MG4	DFPハンノテート W5	HT5
DFP中丸ゴシック体	NMG	DFPてがき楽 W3	TR3
DFP教科書体 W4	KY4	DFPてがき誠 W3	TM3
DCP麗楷書 W5	LK5	DFPハンジペン W3	HP3
DFP円楷書 W5	EK5	DFPホラーB W3	HB3
DCP方隷書 W3	HL3	DFPロマン鳳 W7	RO7

表9 因子分析結果

因子名	形容詞対	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	共通性	
楽観性	暖かい-冷たい	0.72	0.04	0.01	-0.29	0.00	0.53	
	にぎやかな-静かな	0.68	-0.36	0.23	0.07	0.14	0.52	
	陽気な-陰気な	0.74	0.07	0.09	0.06	0.00	0.59	
	明るい-暗い	0.67	0.16	0.04	0.12	-0.10	0.58	
	楽しい-苦しい	0.77	0.16	0.00	0.03	-0.08	0.68	
	開放的-閉鎖的	0.62	0.03	-0.20	-0.01	-0.03	0.47	
魅力度	良い-悪い	0.12	0.80	0.03	-0.07	-0.05	0.67	
	好きな-嫌いな	0.21	0.79	-0.08	-0.08	0.08	0.67	
	美しい-醜い	-0.17	0.79	0.09	0.08	0.04	0.67	
	快い-不快な	0.11	0.82	-0.01	-0.05	-0.02	0.69	
迫力度	強い-弱い	0.06	0.11	0.82	0.03	0.01	0.71	
	迫力のある-迫力がない	0.10	0.00	0.84	0.03	0.09	0.71	
	軽い-重い	-0.04	0.16	-0.69	0.19	-0.02	0.54	
	はっきりした-ぼんやりした	-0.11	0.26	0.57	0.23	-0.22	0.58	
	男性的な-女性的な	-0.13	-0.12	0.53	-0.24	-0.13	0.41	
近代性	今風な-古風な	0.18	-0.12	-0.08	0.67	-0.14	0.58	
	洋風-和風	0.13	-0.21	-0.02	0.67	-0.02	0.45	
	都会的な-田舎風な	-0.21	0.12	0.04	0.79	0.11	0.63	
装飾性	複雑な-単純な	-0.12	-0.05	-0.05	-0.07	0.77	0.63	
	贅沢な-質素な	0.08	0.18	0.24	0.14	0.60	0.47	
	寄与率	0.16	0.15	0.13	0.09	0.06		
	累積寄与率						0.59	

7.3. フォントの数式化による印象変化の検証

4章で述べたフォントを円の軌跡で表現し、フーリエ級数展開によって数式化するアルゴリズムは、その特性上ベクタフォントを再現しきれないフォントが一部存在していた。例えば、DFP 平成丸ゴシック W4 や DFP 教科書体 W4 など、フォントの端点が丸みを帯びている場合や、尖っている場合は高い再現度で表現することができる（図14）が、DFP 平成ゴシック体 W7 のような角張った形状をしている場合は、文字の端点にブレが生じてしまう（図15）。そこで本節では、4章で述べた手法を用い、「ベクタフォントを数式によって表現したフォントは、ベクタフォントがもつ印象と類似する」という仮説を検証する。

あいうえお あいうえお
 安以宇衣於 安以宇衣於

ベクタフォント 数式化フォント

図 14 再現度が高いフォント (DFP 教科書体 W4)

あいうえお あいうえお
 安以宇衣於 安以宇衣於

ベクタフォント 数式化フォント

図 15 再現度が低いフォント (DFP 平成ゴシック体 W7)

表 10 は, 7.2 節で得られた 20 の印象ベクトルの値を用いて, 数式化フォントとベクタフォントとの印象の類似度を算出した結果である. 類似度の算出方法として, ここではコサイン類似度を用いている. フォント A とフォント B の印象の類似度は

$$\text{sim}(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^N a_i b_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N a_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N b_i^2}} \quad (7)$$

と表すことができる. ここで a_i は, フォント A の印象ベクトルの i 番目の要素の値を表し, N は印象ベクトルの項目数を表す.

各数式化フォントがどのベクタフォントと最も印象の類似度が高いかを検証した結果, DFP 平成明朝体 W3 を除いた 19 のフォントにおいて自身のベクタフォントが最も高いという結果が得られた. 数式化による再現度が相対的に低い DFP 平成ゴシック体 W7 に着目しても, 自身のフォントが他のフォントよりも高い値を示している. 自身のベクタフォントと類似度の低かった DFP 平成明朝体 W3 については, 自身のベクタフォントとの類似度が DFP 教科書体 W4 のベクタフォントに次いで, 高い値を示している. しかし, 両者のベクタフォント間の類似度を算出すると 0.94 という高い値を示していたことや, DFP 平成明朝体 W3 のベクタフォントと DFP 教科書体 W4 の数式化フォントの類似度も 0.89 と高い値を示している. つまり, 数式化による再現度が低いことが影響しているのではなく, 両者のベクタフォントの印象構造が類似していることが影響していると考えられる. これらの結

果から、「ベクタフォントを数式によって表現したフォントは、ベクタフォントがもつ印象と類似する」という仮説は立証された。

表 10 数式化フォントとベクタフォントがもつ印象の類似度

		ベクタ形式フォント																			
		GT3	GT7	MC3	MC7	MG4	NMG	KY4	LK5	EK5	HL3	SR7	KB5	CS9	ST5	HT5	TR3	TM3	HP3	HB3	RO7
数式化 フォント	GT3	0.94	0.48	0.72	0.25	0.74	0.68	0.76	-0.15	0.03	-0.31	-0.34	0.38	-0.48	0.22	0.55	0.29	0.68	0.68	-0.33	0.30
	GT7	0.36	0.93	0.41	0.86	0.29	-0.07	0.22	0.59	0.58	0.40	-0.49	-0.50	-0.36	-0.07	-0.39	-0.72	-0.17	-0.45	-0.37	0.00
	MC3	0.85	0.44	0.89	0.56	0.41	0.25	0.95	0.18	-0.07	0.17	-0.39	0.41	-0.54	-0.23	0.07	-0.07	0.82	0.39	-0.20	0.01
	MC7	0.24	0.73	0.53	0.95	0.11	-0.27	0.36	0.81	0.52	0.68	-0.28	-0.28	-0.34	-0.23	-0.55	-0.87	0.03	-0.49	-0.36	-0.01
	MG4	0.57	0.26	0.35	-0.02	0.94	0.91	0.37	-0.04	0.40	-0.31	0.22	0.23	0.03	0.78	0.84	0.39	0.45	0.74	-0.65	0.56
	NMG	0.64	0.21	0.35	-0.09	0.90	0.96	0.41	-0.15	0.31	-0.41	0.21	0.29	0.02	0.74	0.89	0.50	0.49	0.82	-0.53	0.51
	KY4	0.79	0.28	0.90	0.45	0.42	0.30	0.97	0.19	-0.07	0.17	-0.16	0.61	-0.50	-0.15	0.21	0.01	0.92	0.53	-0.26	0.11
	LK5	0.01	0.49	0.32	0.74	0.16	-0.21	0.18	0.97	0.74	0.88	0.19	-0.35	0.15	0.02	-0.41	-0.80	0.03	-0.44	-0.56	-0.04
	EK5	-0.01	0.37	-0.02	0.28	0.57	0.39	-0.13	0.51	0.84	0.26	0.29	-0.35	0.35	0.65	0.20	-0.30	-0.16	-0.06	-0.79	0.39
	HL3	-0.27	-0.27	-0.10	0.13	-0.54	-0.62	0.03	0.36	-0.13	0.74	0.15	-0.17	0.38	-0.56	-0.61	-0.28	0.13	-0.36	0.28	-0.71
	SR7	-0.44	-0.48	-0.40	-0.43	0.15	0.26	-0.37	0.13	0.35	0.01	0.89	0.03	0.71	0.64	0.45	0.24	-0.09	0.21	-0.32	0.32
	KB5	0.25	-0.49	0.31	-0.30	-0.05	0.18	0.45	-0.38	-0.56	-0.20	0.13	0.92	-0.22	-0.19	0.31	0.50	0.67	0.62	0.23	0.15
	CS9	-0.56	-0.62	-0.72	-0.61	-0.28	-0.15	-0.54	-0.10	-0.02	0.11	0.52	-0.35	0.91	0.15	0.03	0.32	-0.24	-0.06	0.22	-0.40
	ST5	0.02	0.05	-0.20	-0.26	0.67	0.74	-0.20	0.01	0.56	-0.28	0.51	-0.16	0.50	0.93	0.71	0.32	-0.09	0.41	-0.56	0.45
	HT5	0.31	-0.29	0.06	-0.53	0.60	0.79	0.20	-0.43	-0.06	-0.57	0.42	0.43	0.21	0.67	0.95	0.78	0.47	0.88	-0.26	0.42
	TR3	0.06	-0.60	-0.28	-0.82	0.13	0.51	-0.04	-0.76	-0.49	-0.66	0.25	0.36	0.32	0.32	0.70	0.97	0.27	0.74	0.26	0.00
	TM3	0.64	-0.10	0.63	0.02	0.45	0.49	0.81	-0.05	-0.19	0.02	0.13	0.70	-0.13	0.08	0.50	0.42	0.98	0.80	-0.20	0.11
	HP3	0.38	-0.40	0.11	-0.58	0.36	0.68	0.32	-0.56	-0.34	-0.55	0.29	0.57	0.14	0.37	0.81	0.87	0.60	0.92	0.02	0.15
	HB3	-0.29	-0.54	-0.46	-0.52	-0.72	-0.42	-0.27	-0.62	-0.79	-0.30	-0.22	0.03	0.09	-0.59	-0.27	0.43	-0.18	-0.09	0.97	-0.59
RO7	0.09	0.23	0.14	0.04	0.47	0.46	-0.06	-0.05	0.31	-0.35	0.09	0.31	-0.29	0.56	0.45	0.02	-0.14	0.20	-0.45	0.87	

7.4. 融合フォントの特性分析

本研究で提案する文字デザイン支援手法は、ユーザが選択した位置から得られるフォントがもつ印象値は融合対象のフォントまでの距離の比に応じて求めることができるという仮説に基づいて設計している。そこで本節では、この「複数のフォントを任意の割合で融合し生成されたフォントは、各々のフォントの印象値を同様の割合で融合した印象をもつ」という仮説を検証する。

7.4.1. 分析結果

表 11 は、7.2 節で構築した 3 種類の割合 (25%–75%, 50%–50%, 75%–25%) で融合したフォントの印象の平均値(以下、実測値と呼ぶ)と、同様に 5 種類の割合(0%–100%, 25%–75%, 50%–50%, 75%–25%, 100%–0%) で算出した期待値との類似度の中で最も高い値を示した割合を集計した結果である。ここで、類似度の算出は 7.2 節で構築したデータセットの中から 4 名以上に評価された融合フォントに対して行った。また、期待値は 7.2 節で構築した融合対象のベクタフォントの印象値を融合割合で加重平均した値とした。なお、類似度の算出は 5.1 節で使用した(7)式のコサイン類似度を用いる。

それぞれの割合における実測値がどの割合の期待値と最も印象の類似度が高いかを検証した結果、25%–75%の融合フォントと 50%–50%の融合フォントは 0%–100%の期待値、75%–25%の融合フォントは 100%–0%の期待値との類似度が最も高い値となり、3 種類すべての割合において、同じ割合の期待値との類似度が最も高いという結果にはならなかった。しかし、類似度が最も高い値を示した数の推移に着目すると、25%–75%の融合フォントにおいては、2つ目のフォントの融合割合を高めた期待値ほど大きくなっていき、75%

-25%の融合フォントにおいては、1つ目のフォントの融合割合を高めた期待値ほど大きくなっている。

表 11 実測値との類似度がどの割合の期待値と最も高い値を示しているか

	100%-0%	75%-25%	50%-50%	25%-75%	0%-100%	合計
実測値(25%-75%)	3	4	16	29	61	113
実測値(50%-50%)	22	10	20	22	39	113
実測値(75%-25%)	61	25	22	6	5	119

表 12 は、融合フォントの各因子の印象が、融合対象のフォントの印象値の範囲内の値になる割合と、実測値が期待値からどれだけ離れた値になるかを表した結果である。まず、範囲内の値になる割合に着目すると、すべての因子において範囲内に入る割合の期待値を上回っていることがわかる。次に、各因子の範囲内に入る割合と期待値と実測値との距離を全体平均と比較すると、「魅力度」因子と「近代性」因子が、範囲内に入る割合が全体平均を下回り、期待値と実測値との距離が全体平均より大きいという結果になった。さらに、期待値と実測値との距離がすべての因子において負の値を示していることがわかる。

表 12 因子ごとの融合対象フォントの印象範囲内に入る確率と期待値までの距離

	楽観性	魅力度	迫力度	近代性	装飾性	全体平均
取り得る印象値の範囲	0.737	0.707	1.214	0.873	0.864	0.883
範囲内に入る期待値	0.123	0.118	0.202	0.145	0.144	0.147
範囲内に入る割合	0.383	0.337	0.499	0.410	0.433	0.412
期待値と実測値との距離	-0.200	-0.366	-0.320	-0.350	-0.096	-0.275
サンプル数	374	374	374	374	374	374

表 13 は、融合フォントの各因子の印象が、融合対象のフォントの印象値の範囲内の値になる割合と、実測値が期待値からどれだけ離れた値になるかを、融合対象として使用されたフォントごとに表した結果である。まず「魅力度」因子に着目すると、DFP 平成ゴシック体 (W3, W7), DFP 平成明朝体 (W3, W7), DFP 平成丸ゴシック体 W4, DFP 中丸ゴシック体, DFP 金文体 W5, DFP ロマン鳳 W7 の 8 つのフォントにおいて、範囲内に入る割合および期待値と実測値との距離が表 12 の全体平均を下回った値を示している。これらの数式化フォントの形状に着目すると、角張った形状 (図 16) やウロコなどの装飾 (図 17) を表現するために芯線のストロークが歪になっていることが確認された。また、図 16 右, 図 17 右に着目すると、ストロークの交差点付近の円の軌跡が前後の円の軌跡と比べて大きく変化する様子も確認された。次に、「迫力度」因子に着目すると、DFP 平成ゴシック体 W3, DFP 平成明朝体 W7, DFP 平成丸ゴシック体 W4, DFP 中丸ゴシック体, DFP 爽流体 W7,

DFP 金文体 W5, DFP ロマン鳳 W7 の7つのフォントにおいて、範囲内に入る割合および期待値と実測値との距離が表 12 の全体平均を下回った値を示している。この分類結果は、「魅力度」因子と類似していることがわかる。一方で、DFP 教科書体 W4, 円楷書, 方隸書, クラフト墨の4つフォントは、装飾性を除く4つの因子において、範囲内に入る割合および期待値と実測値との距離が表 12 の全体平均を上回る結果となっている。これらの数式化フォントの形状に着目すると、図 16, 図 17 とは対照的に、芯線のストロークが安定している様子が観察できる (図 18, 図 19)。

7.4.2. 考察

表 10 の分析結果から、「複数のフォントを任意の割合で融合し生成されたフォントは、各々のフォントの印象値を同様の割合で融合した印象をもつ」という仮説は棄却された。

表 12 の結果から、すべての因子において範囲内に入る割合の期待値を上回っていることが確認された。このことから、任意の割合で融合したフォントは、各々の印象値を同様の割合で融合した印象をもつ確率は低いが、融合対象のフォントがもつ印象の範囲から逸脱した印象をもつ可能性も低いことがいえる。また、「魅力度」因子と「近代性」因子が、範囲内に入る割合が全体平均を下回り、期待値と実測値との距離が全体平均より大きく、負の値を示していることから、フォントを融合すると魅力度と近代性を必要以上に低下させる効果があると考えられる。

表 13 の結果から、角張った形状やウロコなどの装飾を表現するために芯線のストロークが歪んだフォントを融合したとき、「魅力度」、「迫力度」因子における範囲内に入る割合および期待値と実測値との距離が全体平均を下回った値を示す結果となった。また、芯線のストロークが安定しているフォントは、装飾性を除く4つの因子において、範囲内に入る割合および期待値と実測値との距離が全体平均を上回った値を示した。以上の結果から、芯線のストロークが不安定になるフォントを融合すると、魅力度と迫力度を必要以上に低下させるほど出力結果が歪になってしまうと考えられる。

図 16, 17, 18, 19 の結果から、4章で実現したフォントを数式化することによる表現が難しいフォントが存在し、それらのフォントが融合時に魅力度と迫力度を必要以上に低下させる要因である可能性が示唆された。また、数式による表現が難しいフォントには、2種類の共通した特徴をもつことを確認した。1つ目は、角張った形状やウロコなどの装飾をもつことである。角張った形状に対し、フォントを円の軌跡と捉える4章の手法で適用したとき、文字の端で急角度で折れ曲がり、小さい円で軌跡を描いている様子が観察できる (図 16)。同様に、ウロコなどの装飾をもった文字に対し、同手法を適用したとき、ウロコの部分で急角度で折れ曲がり、円の半径が急激に変化して軌跡を描いている様子が観察できる (図 17)。そのため、芯線が不自然なストロークを描いてしまい、融合時に歪な結果を出力していると考えられる。同手法は、1文字を表現するストロークを文字の画

数と同じ数で表現しているため、このような特徴をもったフォントに対応することは難しい。しかし、Suveeranontら[46]の手法のように、1文字を共通した特徴ごとに分割し、それぞれのストロークを融合することで、角張った形状やウロコなどの特徴を考慮したフォント融合が可能になると期待される。2つ目は文字の交差点に関する特徴である。全てのフォントにおいて、交差点付近の円の軌跡が、前後のストロークの円の軌跡に比べて半径が大きくなっている。特に、図17のような明朝体に代表されるように、交差するストロークの太さの差が著しいフォントは、同様の特徴が顕著に現れている。これは、格納した円の集合を、円の中心座標が正しい書き順になるように並び替える際に、ストロークが交差する点付近の円集合を平滑化するなど、4.1節の円の軌跡を求めるアルゴリズムを改良することで、求める円の軌跡が安定すると考えられる。

表 13 フォントごとの融合対象フォントの印象範囲内に入る確率と期待値までの距離

フォント		楽観性	魅力度	迫力度	近代性	装飾性
GT3	取り得る印象値の範囲	0.713	0.552	1.009	0.645	1.064
	範囲内に入る割合	0.408	0.244	0.450	0.292	0.563
	期待値と実測値のズレ	-0.123	-0.481	-0.383	-0.523	0.064
GT7	取り得る印象値の範囲	0.460	0.397	1.724	0.423	0.638
	範囲内に入る割合	0.303	0.211	0.558	0.325	0.421
	期待値と実測値のズレ	-0.171	-0.698	-0.397	-0.762	0.449
MC3	取り得る印象値の範囲	0.648	0.606	1.060	0.578	0.714
	範囲内に入る割合	0.431	0.313	0.444	0.380	0.319
	期待値と実測値のズレ	-0.390	-0.909	-0.520	-0.534	0.080
MC7	取り得る印象値の範囲	0.566	0.437	1.300	0.706	0.933
	範囲内に入る割合	0.301	0.183	0.571	0.236	0.402
	期待値と実測値のズレ	-0.175	-0.774	-0.472	-0.481	0.021
MG4	取り得る印象値の範囲	0.784	0.476	0.958	0.679	0.865
	範囲内に入る割合	0.398	0.326	0.494	0.296	0.458
	期待値と実測値のズレ	-0.305	-0.585	-0.335	-0.537	0.348
NMG	取り得る印象値の範囲	0.801	0.459	1.022	0.654	0.717
	範囲内に入る割合	0.302	0.230	0.422	0.405	0.486
	期待値と実測値のズレ	-0.467	-0.523	-0.440	-0.433	0.053
KY4	取り得る印象値の範囲	0.749	0.588	0.899	0.737	0.630
	範囲内に入る割合	0.430	0.399	0.500	0.421	0.444
	期待値と実測値のズレ	-0.045	-0.300	-0.203	-0.325	-0.077
LK5	取り得る印象値の範囲	0.599	0.681	1.457	1.558	1.172
	範囲内に入る割合	0.320	0.355	0.547	0.596	0.579
	期待値と実測値のズレ	-0.147	-0.294	-0.224	-0.274	-0.135
EK5	取り得る印象値の範囲	0.760	0.518	1.151	0.780	0.734
	範囲内に入る割合	0.417	0.356	0.565	0.433	0.388
	期待値と実測値のズレ	-0.120	-0.170	-0.239	-0.232	-0.246
HL3	取り得る印象値の範囲	0.731	0.585	1.142	1.332	0.896
	範囲内に入る期待値	0.446	0.392	0.508	0.613	0.432
	範囲内に入る割合	-0.072	-0.155	-0.307	-0.173	-0.336
SR7	取り得る印象値の範囲	0.688	0.555	1.037	1.163	1.056
	範囲内に入る割合	0.342	0.295	0.410	0.530	0.423
	期待値と実測値のズレ	-0.296	-0.328	-0.337	-0.232	-0.072
KB5	取り得る印象値の範囲	0.683	0.562	1.057	0.820	0.916
	範囲内に入る割合	0.282	0.190	0.481	0.325	0.369
	期待値と実測値のズレ	-0.327	-0.461	-0.389	-0.434	-0.376
CS9	取り得る印象値の範囲	0.630	0.944	1.207	1.448	0.698
	範囲内に入る割合	0.390	0.650	0.514	0.648	0.357
	期待値と実測値のズレ	-0.061	-0.071	-0.272	-0.096	-0.227
ST5	取り得る印象値の範囲	0.737	0.481	0.792	0.640	0.586
	範囲内に入る割合	0.515	0.294	0.365	0.402	0.382
	期待値と実測値のズレ	0.004	-0.205	-0.261	-0.328	-0.022
HT5	取り得る印象値の範囲	0.903	0.702	1.068	0.635	0.718
	範囲内に入る割合	0.415	0.263	0.574	0.316	0.500
	期待値と実測値のズレ	-0.294	-0.322	-0.136	-0.357	-0.114
TR3	取り得る印象値の範囲	0.617	1.009	1.527	0.806	0.783
	範囲内に入る割合	0.325	0.518	0.676	0.476	0.440
	期待値と実測値のズレ	-0.031	0.013	-0.330	-0.208	-0.184
TM3	取り得る印象値の範囲	0.835	1.120	0.990	0.708	0.737
	範囲内に入る割合	0.414	0.365	0.454	0.369	0.405
	期待値と実測値のズレ	-0.247	-0.369	-0.291	-0.249	-0.089
HP3	取り得る印象値の範囲	0.637	0.634	0.993	0.628	0.978
	範囲内に入る割合	0.309	0.324	0.471	0.392	0.309
	期待値と実測値のズレ	-0.369	-0.297	-0.191	-0.339	-0.244
HB3	取り得る印象値の範囲	1.518	2.333	1.593	0.852	1.136
	範囲内に入る割合	0.642	0.757	0.571	0.392	0.441
	期待値と実測値のズレ	-0.123	-0.325	-0.359	-0.404	-0.168
RO7	取り得る印象値の範囲	0.650	0.478	0.876	0.923	1.266
	範囲内に入る割合	0.312	0.202	0.348	0.376	0.532
	期待値と実測値のズレ	-0.302	-0.565	-0.322	-0.586	-0.382

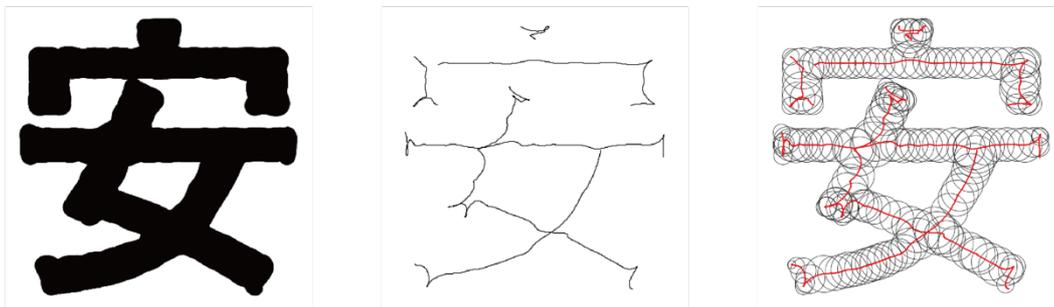


図 16 DFP 平成ゴシック体 W7 の数式化フォント (左) と芯線 (中央) と
数式化フォントを間引いた円の軌跡 (右)

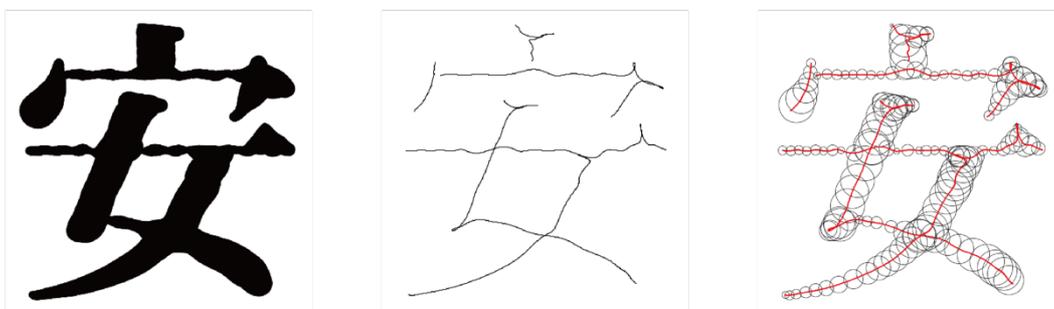


図 17 DFP 平成明朝体 W7 の数式化フォント (左) と芯線 (中央) と
数式化フォントを間引いた円の軌跡 (右)



図 18 DFP 平成教科書体 W4 の数式化フォント (左) と芯線 (中央) と
数式化フォントを間引いた円の軌跡 (右)

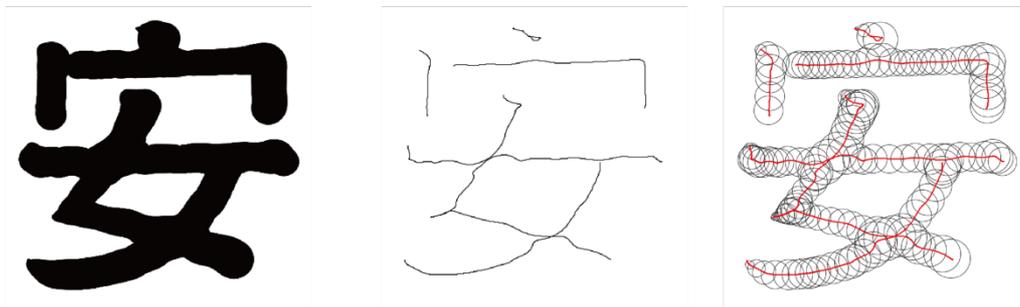


図 19 DFP 円楷書 W5 の数式化フォント (左) と芯線 (中央) と数式化フォントを間引いた円の軌跡 (右)

第8章 全体の考察と展望

本章では、本論文全体の考察と提案手法の今後の展望について述べる。まず、3章で述べた文字デザインにおけるユーザのニーズを、提案手法により達成できたかを確認する。6章の使用実験にて、獲得した字形に感ずるアンケート結果において提案手法が有用であることが明らかになった。また、印象語を入力し、フォントが配置された二次元平面を操作することで目的の字形が得やすくなったことを評価する感想が得られた。さらに、7.4節の融合フォントの妥当性の検証により、任意の割合で融合したフォントは、各々の印象値を同様の割合で融合した印象をもたないものの、融合対象フォントがもつ印象の範囲内の印象値をもつことが明らかになった。これは、スライダーや入力フォームから印象値を入力するようなインタフェースだと、ユーザが求める印象通りのフォントが出力されない可能性があることを示唆しており、動的に生成結果を調整可能な二次元平面インタフェースは妥当であるといえる。以上の結果から、提案手法は従来のフォント選択インタフェースよりも目的のデザインを獲得しやすい手法であると結論づける。

本手法の課題は、複数のフォントを融合し生成されたフォントが期待通りの印象をもっていない場合がある点である。7章の分析から、この問題を引き起こす要因が2点あることを確認した。1つ目は、融合したときに融合対象がもつ印象の範囲を逸脱した値を取る可能性が高いフォントと印象語の組み合わせが存在することである。2つ目は、4章で述べたフォントを数式化し、融合可能にする手法のリミテーションによるものである。図16, 17, 18, 19から明らかになった通り、角張ったフォントやウロコなどの装飾をもったフォントは、円の軌跡を描く数式化手法と相性が悪く、融合する際に魅力度や近代性を必要以上に下げってしまうほど、不自然な円の軌跡を描く。これら2点の課題を引き起こす要因を踏まえ、提案手法を改善する例をいくつか述べる。

これまで融合する際のフォントを選択した位置に近接したフォントから順に選定していたが、5章にて得られたデータセットを元に、ユーザが選択した印象語について、融合した際に逸脱した値を示す可能性が高いフォントや、角張った形状やウロコなどの装飾をもった形状など、4章の数式化手法では不自然な円の軌跡を描くフォントを除外し選定することで、よりユーザが求める印象に近いフォントを獲得することができると考えられる。また、図20のように、ユーザが求める印象通りのフォントが得られる可能性が高い箇所を選択するように誘導することで、システムへの信頼性を高めることができると考えられる。

図21は、フォントを絵の具のように見立てて、ユーザがパレット上で任意のフォントを自由に混ぜて生成できるインタフェースの例である。このようなインタフェースを提供し、生成したフォントがどのような印象構造をもつかフィードバックを返すという設計にすることで、ユーザが求める印象に近いフォントを得ることができると期待される。

6章で述べた使用実験では、提案インタフェースによる字形の生成の有用性を検証するため、文字の表示位置や大きさ、色の設定は著者が予め設定したデザインシステムを使用するよう設計した。しかし、実際にコンテンツにあった文字デザインに取り組む場合、視認性や可読性、判読性を考慮して、文字の表示位置や大きさ、色を自分で調整する必要がある。特に色はそれ自体が印象をもつため、生成した字形が求める印象通りでも、選択する色次第では意図した印象と異なる印象をもつ可能性がある。つまり、同実験で設定したデザインタスクでは、実環境において提案インタフェースが有用であると断定するのは難しい。そこで、提案インタフェースで字形を生成し、文字の表示位置や大きさ、色を自分で調整可能なデザインシステムを実現し、実環境を想定した使用実験を行う必要があると考えられる。

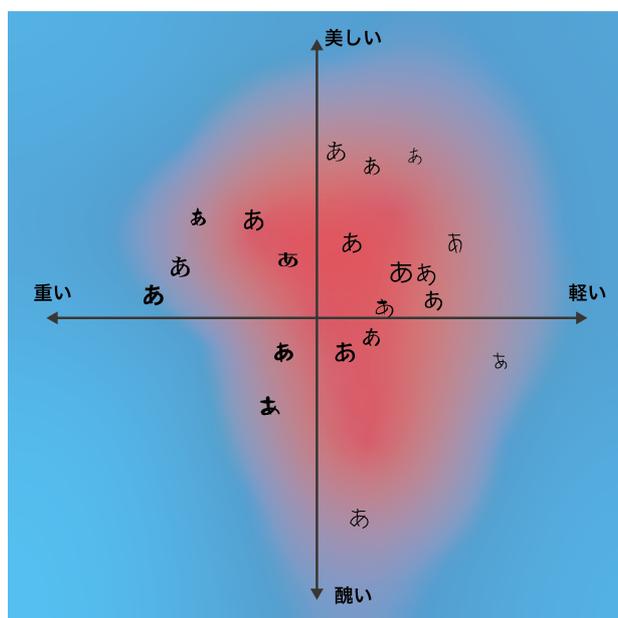


図 20 二次元平面インタフェースの改善例

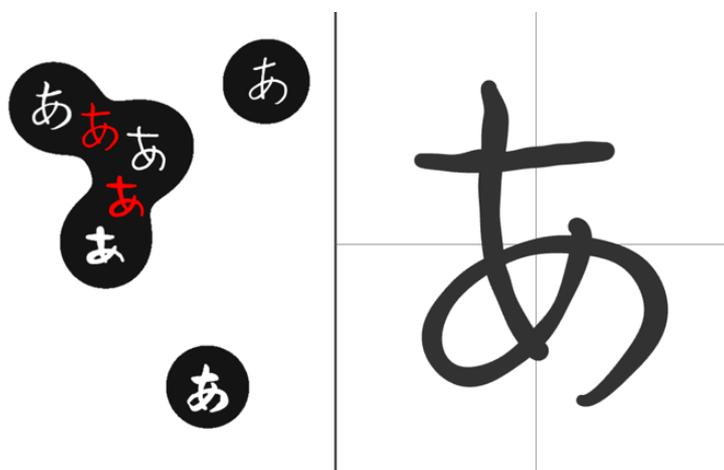


図 21 フォントを絵の具に見立てたフォント融合インタフェース

第9章 応用可能性

4章で提案したフォントを数式化し、計算可能にする手法を用いることで、ある特定のコンテンツに特化した文字デザイン支援や、これまでになかった体験を与えることができるコンテンツ制作など、さまざまな方面へ応用できると考えられる。本章では、実際にこれまで行ってきたフォント融合を用いた研究や、今後実現可能な応用例を述べ、本提案手法の有用性を主張する。

9.1. コミック制作のための文字デザイン支援

コミックにおいて、登場人物のセリフやナレーションなどで用いられている文字を適切なデザインに仕上げることは、読者に物語の雰囲気やキャラクターの心理描写などを効果的に伝えることを可能にする。また、セリフやナレーションなどを対象にしたフォント選定の他に、描き文字のデザインもコミックの完成度を左右する重要な要素である。描き文字とは、擬音語や擬態語などを手書きで装飾するコミックならではの文字で、描き文字のデザインは手書きで行われることが多い。しかし、キャラクターや背景の作画には長けていても、文字デザインの知識や経験はなく、思い通りの仕上がりにできないという問題を抱えるひとも少なくない。

こういった問題は提案手法を応用することで、解決することが可能であると考え。提案手法は、フォントの芯線と太さを数式化することで、フォントを表現し、高速に複数のフォントを融合することを可能にしているため、同様に手書き文字との融合も行うことができる。つまり、ユーザがデザインした手書きのストロークに読者に与えたい印象をもったフォントを融合することで、デザインを支援できる可能性がある。実際に、同提案手法で生成したフォントと手書き文字を融合した例を図22に示す。同図は、Manga109[61]内の小林ゆきの「あっけら貫刃帖」から抜粋したコマに対し、「ぶは」の二文字を加筆したものである。同図(b)は、「柔和性」「楽観性」を軸とした二次元平面上の同図(a)の位置を選択し、生成されたフォントをコマ上に付加したものである。一方、同図(d)は著者が手書きでコマ上に書いた「ぶは」の文字で、同図(c)は、(b)のフォントで書かれた文字と、(d)の手書きで書かれた文字をそれぞれ50%の割合で融合した文字をコマ上に付加したものである。著者はコミック上で使用する描き文字のデザイン経験はないため、手書きのみでデザインするとコミックのイメージに合っていない仕上がりになったという印象を受ける。しかし、作成したフォントを融合することによって、イメージに合った文字デザインに近づけることができたと考え。

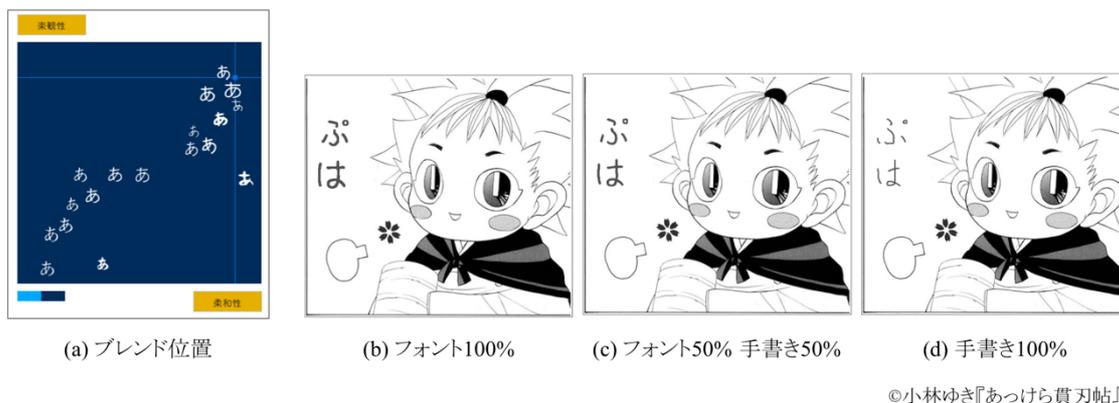


図 22 描き文字デザイン支援例

9.2. 音楽の印象に同期した歌詞フォント

カラオケや動画共有サイトの音楽動画，リックビデオのように歌詞と同期するコンテンツが普及してきている。ここで，フォントはコンテンツの印象を変容させることができるものであり，内容に応じて柔軟にフォントを変更すると，コンテンツをより良いものにすることができると考えられる。そこで，図 23 に示すような音楽動画の印象に合うように既存のフォントを融合することで，音楽動画の印象を反映したフォントを動的に生成する手法を提案してきた[62]。実際にこの手法で生成したフォントで歌詞を表示して音楽動画を視聴してもらった結果，印象クラスの C3 (切ない) と C5 (滑稽な)，C6 (可愛い) の印象値が高い音楽動画に対して効果的であることが示唆された。



図 23 融合フォントの歌詞への適用例

9.3. 記憶しやすさや商品選択誘導への応用

文字を適切にデザインすることで、商品の印象に影響を与え、記憶しやすさや実際の選択行動へ影響を及ぼすことが知られている。実際に、顔と名前の記憶に及ぼす影響が手書きとフォントの間に違いが生まれるのかを調査してきた[63]。手書き文字やフォントで書かれた名前と女性の顔画像の組み合わせを用いた実験を行った結果、MS ゴシックで提示された場合が覚えやすく、丸文字の手書き文字が覚えにくい傾向にあることを明らかにした。また、顔画像と提示する字体との間にギャップを生じさせることが記憶しやすさに影響すると考察した。また、濱野ら[5]は、提示するフォントによって商品の選択行動が変化するかを調査し、一部のフォントが特定の味に影響を与え、選択の誘導に効果を示すことが示唆された。

以上のような研究成果と本研究の文字デザイン支援手法を組み合わせることで、広告効果を重視した文字デザインの支援も可能であると考えられる。例えば、開発するコンテンツの色合いやターゲットとするユーザ属性、制作コンセプトから印象を抽出し、ユーザがインタフェースを操作し動的に生成したフォントに対して「読みやすいが印象に残りづらい」「他の要素とマッチしていないが記憶には残りやすい」といったフィードバックを返すような、インタラクティブな文字デザインを行うことができると期待される。同様に、レストランのメニュー表を作成する際、動的に生成されたフォントに対して、どの料理に選択を誘導することができるかといったフィードバックを返すことが可能になると期待される。

9.4. 手書き文字との融合

本研究では、フォントによってひとに与える印象を変えることができ、多種多様に存在するフォントから適切にデザインすることの重要性を述べてきた。しかし、フォントが豊富に存在する一方で、利用されているフォントは一部に偏っており、画一的な形状をしているものが多い。例えば、コミック内のセリフでは、可読性の観点からアンチック体が使用されることが多い。このフォントは、筆書きに忠実であり主張しないため、どんな絵面にも溶け込みやすい特徴をもつ反面、読み手に淡白な印象を与えてしまう可能性がある。

ここで、これまでの研究[64]において、手書き文字がひとに与える印象について調査を行った。実験の結果、自身の手書き文字や自身の手書き文字が含まれた融合文字に対して、ひとは好印象を抱くことが明らかになった。つまり、フォントと自身の手書き文字を融合することで、フォントがもつ画一的な印象を緩和し、好印象を抱くことができるようになると期待される。実際に、コミック上の特定のキャラクタのセリフに用いられているフォントに自身の手書き文字を融合することで、そのキャラクタに対する自己投影度を向上させることを目的とした研究[65]に取り組んできた。また、フォントと手書きの融合文字は、手書きすることに対する抵抗を軽減しつつ、手書きがもつ温かみや個性を受け手に伝えられることを明らかにしてきた[66][67][68]。

以上のような研究成果から、本提案手法で目的の印象をもった文字デザインを行い、生成されたフォントに手書き文字を融合することで、制作するコンテンツの印象にマッチしつつ、温かみやひとの個性を受け手に伝えられる新たな文字表現を生み出すことが可能になると期待される。

第10章 おわりに

本研究では、従来のフォント選択インタフェースにおける問題を解決するために、印象語入力と二次元平面上にフォントを配置し、シームレスな探索を可能としたインタフェースを提案した。また、フォントを数式化し融合可能にする手法を実現し、フォントに関する印象語および印象値のデータセット構築を行うことで、提案インタフェースを実現した。さらに、提案手法を用いたプロトタイプシステムを実装し、比較実験による評価を行った。その結果、従来のリスト形式からフォントを選ぶ方法や、印象軸を元にフォントを配置しフォントを選択する方法よりも、獲得したフォントに対する満足度において提案手法が有用であることを確認した。また、新たなフォントをリアルタイムに生成することで、写真の雰囲気にもマッチするようなフォントを獲得でき、ユーザのフォント獲得に対する満足度が高くなることが示唆された。さらに、デザイン知識の少ないユーザとデザイン知識をある程度もっているユーザとで、それぞれ異なるシステムの使い方をしてきたが、どちらのユーザも満足度の高いフォントを獲得できることが明らかになった。

次に、構築したデータセットを用いて、数式化フォントおよび融合フォントの有用性を検証した。その結果、数式化フォントはベクタフォントと同様の印象をもち、それを任意の割合で融合したフォントは、同様の割合で融合した印象はもたないものの、融合対象のフォントがもつ印象値の範囲内の印象をもつことが明らかになった。また、数式化フォントを融合すると、魅力度や近代性が必要以上に低下することを確認した。特に、角張ったフォントや太さの変化が激しいフォントなど、数式による表現が難しいフォントがこれら2つの印象を著しく低下させることが示唆され、フォントを数式化する手法のリミテーションが明らかになった。

さらに、使用実験の結果や、数式化フォントや融合フォントの有用性の検証結果踏まえ、二次元平面インタフェースの妥当性を議論した。本分析において、任意の割合で融合したフォントは同様の割合で融合した印象はもたないものの、融合対象のフォントが取り得る印象値の範囲内の印象をもつという結果が得られたことから、動的に微調整が可能な提案インタフェースは妥当であると結論づけた。また、これまでフォントを融合する際、ユーザが選択した位置に近接するフォントを4つ選定してきた。しかし、フォントによって特定の印象を必要以上に低下させる傾向があることから、ユーザが選択し二次元平面の軸としている印象を必要以上に低下させる効果をもつフォントは、たとえ近接していても融合対象に含めないなど、融合する組み合わせの選定方法に工夫が必要である。

謝辞

本研究をまとめるにあたり、お世話になった方々にこの場を借りて、感謝を申し上げます。中村聡史教授には、学部時代から数えて5年もの間、研究室生活全般にわたってお世話になりました。研究テーマの立案から数々の学会発表、卒業論文執筆、修士論文執筆に至るまでたくさんの指導をいただきました。また、金銭的なサポートや研究室メンバーを助け合う体制作りなど、円滑に研究活動ができるような支援のみならず、ハッカソンや開発バイトなど、私の実装力を磨く機会を与えてくださったことで、問題点を洗い出し、解決する方法を考え、実際に実現する力を養うことができました。

また、日々の研究に関して様々な議論やアドバイスをしていただいた中村研究室のOBの皆様、同期の皆様、後輩の皆様に感謝いたします。特に、学部3年時から数えて4年もの間ともに学生生活を過ごした山浦祐明君、樋川一幸君、阿部和樹君とは、時には研究について議論し合い、時にはくだらないことで笑い合い、時には親身になって人生相談に乗っていただいたりと、非常に濃密で何物にも代え難い時間を過ごすことができました。

そして、著者をはるばる東京に送り出し、学費や生活費の工面や健康管理など、多大な支援をしてくださった家族の方々に心から感謝を申し上げます。大学生活の中で様々な岐路に立たされた時、常に味方でいていただいたことは心強かったです。本当にありがとうございました。

参考文献

- [1] Lewis, D.: *The Brain Sell: When Science Meets Shopping*. (2013).
- [2] Doyle, J. R. and Bottomley, P. A.: *Font Appropriateness and Brand Choice*. *Journal of Business Research*, Vol. 57, Issue. 8, pp. 873-880. (2004).
- [3] Hyndman, S.: *Why Fonts Matter*. (2016).
- [4] 川島拓也, 築館多藍, 細谷美月, 山浦祐明, 中村聡史: 商品選択においてフォントがユーザーの選択行動に及ぼす影響の調査. 電子情報通信学会 ヒューマンコミュニケーション基礎研究会 (HCS) , HCS-23, Vol. 119, No. 38, pp. 113-118. (2019).
- [5] 濱野花莉, 細谷美月, 佐々木美香子, 山浦祐明, 中村聡史: フォントと味の印象が商品選択行動に及ぼす影響. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2019, No. 5A-2, pp. 589-596. (2019).
- [6] “Adobe Fonts | 無制限のフォントを検索”. <https://fonts.adobe.com>, (参照 2019-12-18).
- [7] “Google Fonts”. <https://fonts.google.com>, (参照 2019-12-18).
- [8] Kuroda, K. and Hagiwara, M.: *An Image Retrieval System by Impression Words and Specific Object Names-IRIS*. *Nerocomputing*, Vol. 43, Issue. 1-4, pp. 259-276. (2002).
- [9] Ohta, K., Kumamoto, T. and Isahara, H.: *Design of an Impression-Based Music Retrieval System*. *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 120, No. 5, pp. 3236. (2006).
- [10] Kurabayashi, S. and Kiyoki, Y.: *Impression-Aware Video Stream Retrieval System with Temporal Color-Sentiment Analysis and Visualization*. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA2012)*, pp. 168-182. (2012).
- [11] 山本萌絵, 鬼沢武久: ユーザーの感性を考慮した対話型服飾デザイン・コーディネートシステム. *日本感性工学会論文誌*, Vol. 15, No. 1, pp. 135-143. (2016).
- [12] Isomoto, Y., Yoshine, K., Yamasaki, H. and Ishii, N.: *Color, Shape and Impression Keyword as Attributes of Paintings for Information Retrieval*. *IEEE SMC'99 Conference Proceedings*, pp. 257-262. (1999).
- [13] “Font Map | An AI Experiment by IDEO”. <http://fontmap.ideo.com/>, (参照 2019-12-18).
- [14] Campbell, N. D. F. and Kautz, J.: *Learning a Manifold of Fonts*. *ACM Transactions on Graphics*, In Proc. SIGGRAPH, Vol. 33, No. 4, pp. 1-9. (2014).
- [15] Poffenberger, A. T. and Franken, R.B.: *A Study of the Appropriateness of Typefaces*. *Journal of Applied Psychology*, Vol. 7, pp. 312-329. (1923).
- [16] Li, Y. and Suen, C. Y.: *Typeface Personality Traits and Their Design Characteristics*. *DAS'10 Proceedings of the 9th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems*, pp. 231-238. (2010).

- [17] Kostelnick, C., Roberts, D. D. and Dragga, S.: *Designing Visual Language: Strategies for Professional Communicators*. (1997).
- [18] Shunshan, R. and Wright, D.: *Desktop Publishing by Design*. (1994).
- [19] 木村昌司, 田口友康: 印刷文書における仮名書体の印象. *情報処理学会論文誌*, Vol. 38, No. 11, pp. 2209-2216. (1997).
- [20] Mackiewicz, J. and Moeller, R.: Why People Perceive Typefaces to Have Different Personalities. In *Proc. IPCC 2004*, pp. 304-313. (2004).
- [21] Caldwell, J.: Japanese Typeface Personalities: Are Typeface Personalities Consistent across Culture?. *IEEE International Professional Communication 2013 Conference*, pp. 1-8. (2013).
- [22] Lewis, C. and Walker, P.: Typographic Influences on Reading. *British Journal of Psychology*, Vol. 80, pp. 241-253. (1989).
- [23] Childers, T. L. and Jass, J.: All Dressed Up With Something to Say: Effects of Typeface Semantic Associations on Brand Perceptions and Consumer Memory. *Journal of Consumer Psychology*, Vol. 12, No. 2, pp. 93-106. (2002).
- [24] Doyle, J. R. and Bottomley, P. A.: The Messages in the Medium: Transfer of Connotative Meaning from Typeface to Names and Products. *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 23, pp. 396-409. (2009).
- [25] Doyle, J. R. and Bottomley, P. A.: Mixed Messages in Brand Names: Separating the Impact of Letter Shape from Sound Symbolism. *Psychology and Marketing*, Vol. 28, pp. 749-762. (2011).
- [26] Karnal, N., Machiels, C. J. A., Orth, U. R. and Mai, R.: Healthy by design, but only when in focus: Communicating non-verbal health cues through symbolic meaning in packaging. *Food Quality and Preference*, Vol. 52, pp. 106-119. (2016).
- [27] 向井志緒子: 和文書体フォントがペットボトルお茶飲料の美的印象に与える影響. *日本認知心理学会第13回大会*, Vol. 13, pp. 156. (2015).
- [28] 竹原卓真: 銘柄の書体と酒瓶形状の組み合わせによる酒の印象構造および金額評価. *日本感性工学会*, Vol. 12, No. 2, pp. 255-263. (2013).
- [29] 笠井ゆきひ, 佐藤 弘喜: フォントの持つシズル感のデザイン化手法の検討. *日本デザイン学会 第64回春季研究発表大会*, Vol. 64, pp. 186-187. (2017).
- [30] 福永聖子, 庄山茂子: 和食の料理番組におけるテロップと画面の印象評価. *人間と生活環境*, Vol. 20, No. 2, pp. 121-128. (2013).
- [31] Velasco, C., Woods, A. T., Hyndman, S. and Spence, C.: The Taste of Typeface. *i-Perception*, Vol. 6, No. 4, pp. 1-10. (2015).
- [32] Wu, Y.W., Gilbert, M. and Churchill, E.: "I Kept Browsing and Browsing, But Still Couldn't Find the One": Salient Factors and Challenges in Online Typeface Selection. *Human-Computer Interaction - INTERACT 2019*, pp. 225-234. (2019).

- [33] 三好正純, 下塩義文, 古賀広昭, 内村圭一: 感性による書体選定および文字配置デザイン支援技術. システム制御情報学会論文誌, Vol. 14, No. 12, pp. 593-600. (2001).
- [34] Choi, S., Aizawa, K. and Sebe, N.: FontMatcher: Font Image Paring for Harmonious Digital Graphic Design. 23rd International Conference on Intelligent User Interfaces - IUI2018. pp. 37-41. (2018).
- [35] 宮林卓郎, 原夏未, 飯場咲紀, 坂本真樹: ベクトル空間内における色彩を介したテキストとフォントの類似度測定の研究. 情報処理学会研究報告, エンタテインメントコンピューティング, Vol. 19, No. 15, pp. 1-6. (2011).
- [36] 飯場咲紀, 宮林卓郎, 坂本真樹: テキストのイメージに適した色彩・感性情報・フォントの提案システム. 情報処理学会 研究報告エンタテインメントコンピューティング, Vol. 23, No. 14, pp. 1-6. (2012).
- [37] 石橋賢, 宮田一乗: 視覚的類似性に基づくフォント探索手法の提案. 日本感性工学会論文誌, Vol. 12, No. 1, pp. 77-85. (2013).
- [38] O'Donovan, P., Libeks, J., Agarwala, A. and Hertzmann, A.: Exploratory Font Selection Using Crowdsourced Attributes. ACM Transactions on Graphics, In Proc. SIGGRAPH, Vol. 33, No. 4, pp. 1-9. (2014).
- [39] Lian, Z., Zhao, B., Chen, X. and Xiao, J.: EasyFont: A Style Learning-Based System to Easily Build Your Large-Scale Handwriting Fonts. Journal ACM Transactions on Graphics (TOG), Vol. 38, Issue. 1, No. 6, pp. 1-18. (2018).
- [40] 内平博貴, 宮下芳明: サンプリング書道: サンプラーのメタファを取り入れた書道による描画・閲覧手法の提案. 芸術科学会論文誌, Vol. 9, Issue. 1, pp. 10-19. (2010).
- [41] Murata, K., Nakamura, T., Endo, K., Kanoh, M. and Yamada, K.: Japanese Kanji-Calligraphic Font Design using Onomatopoeia Utterance. 2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), pp. 1708-1713. (2016).
- [42] Matsukida, H. and Fujioka, H.: Design of Cursive Handwriting Characters with Nonlinear Typeface Reshaping Transformation. 2013 Eighth International Conference on Broadband, Wireless Computing, Communication and Applications, pp. 602-607. (2013).
- [43] 佐藤剣太, 中村聡史, 鈴木正明: 印象増幅のための手書き文字へのエフェクト付与手法. 情報処理学会論文誌, Vol. 59, No. 9, pp. 1761-1773. (2018).
- [44] "Prototypo | Design custom fonts that perfectly fit your needs". <https://www.prototypo.io/>, (参照 2019-12-18).
- [45] "modulator | metaflopp". <https://www.metaflopp.com/modulator/>, (参照 2019-12-18).
- [46] Suveeranont, R. and Igarashi, T.: Example-Based Automatic Font Generation. Proceedings of Smart Graphics 2010, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 6133, pp. 127-138. (2010).
- [47] 家田暁, 琴智秀, 萩原将文: 感性を反映した構図修正による 写真品質向上システム. 芸術科学会論文誌, Vol. 9, No. 4, pp. 163-172. (2010).

- [48] 尾畑貴信, 萩原将文: 感性を反映できるカラーポスター作成支援システム. 情報処理学会論文誌, Vol. 41, No. 3, pp. 701-710. (2000).
- [49] 八木祐太, 梶山朋子, 大内紀知: 鑑賞者の印象を反映させた映画ポスター色変換手法の提案. 芸術科学会論文誌, Vol. 13, No. 1, pp. 59-66. (2014).
- [50] 石塚賢吉, 鬼沢武久: 物語のシーンの印象を評価する形容詞・形容動詞からの演出効果の生成. 日本感性工学会論文誌, Vol. 12, No. 4, pp. 481-491. (2013).
- [51] 清水祐一郎, 土斐崎龍一, 鍵谷龍樹, 坂本真樹: ユーザーの感性的印象に適合したオノマトペを生成するシステム. 人工知能学会論文誌, Vol. 30, No. 1, SP2-L, pp. 319-330. (2015).
- [52] 田丸雅純, 杉本富利, 米山正秀: ユーザの感性情報と文字の好みを反映したパーソナルフォント作成システムの構築. 第 5 回情報科学技術フォーラム(FIT2006). (2006).
- [53] Wada, A. and Hagiwara, M.: Japanese Font Automatic Creating System Reflecting User's Kansei. IEEE International Professional Communication 2003 Conference, Vol. 4, pp. 3804-3809. (2003).
- [54] 和田章男, 堀田創, 萩原将文: 多様なデザイン機能を備えた感性を反映する日本語フォント自動作成システム. 日本デザイン学会, Vol. 52, No. 6, pp. 9-16. (2006).
- [55] 堀田創, 野澤貴, 萩原将文: 感性ルールベースを用いた日本語フォント自動作成システム. 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 3, pp. 1491-1501. (2007).
- [56] 中村聡史, 鈴木正明, 小松孝徳: ひらがなの平均手書き文字は綺麗. 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 12, pp. 2599-2609. (2016).
- [57] “書体の分類 | フォント用語集 | 文字の手帖 | 株式会社モリサワ”. <https://www.morisawa.co.jp/culture/dictionary/1954>, (参照 2019-12-18).
- [58] 井上正明, 小林利宜. 日本における SD 法による研究分野よその形容詞対尺度構成の概観. 教育心理学研究, 1985, vol. 33, no. 3, pp. 253-260.
- [59] 井上正之, 鎧沢勇. 文字形態から受ける印象と品質評価要因の検討. 電子情報通信学会論文誌, 1984, vol. J67-B, no. 3, pp. 328-335.
- [60] “Beautiful Free Images & Pictures | Unsplash”. <https://unsplash.com/>, (参照 2019-12-18).
- [61] Matsui, Y., Ito, K., Aramaki, Y., Yamasaka, T. and Aizawa, K.: Sketch-based Manga Retrieval using Manga109 Dataset. arXiv. (2015).
- [62] 野中滉介, 斉藤絢基, 中村聡史: 音楽印象と同期した歌詞フォント融合による印象強調手法. 情報処理学会 研究報告エンタテインメントコンピューティング, Vol. 2018-EC-50, Issue. 35, pp. 1-8. (2018).
- [63] 伊藤理沙, 斉藤絢基, 中村聡史, 掛晃幸, 石丸築: 手書きとフォントの文字形状の違いが顔と名前の記憶に及ぼす影響. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2019-HCI-185, Issue. 22, pp. 1-8. (2019).
- [64] 斉藤絢基, 新納真次郎, 中村聡史, 鈴木正明: 手書き文字に対する書き手識別と好感度に関する調査. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol.

2016-HCI-169, Issue. 6, pp. 1-8. (2016).

- [65] 齊藤絢基, 中村聡史, 鈴木正明: コミック内の発話への読者手書き文字融合による共感度向上手法の提案. 第31回人工知能学会全国大会論文集 (JSAI2017), Issue. 3H1-OS-04a-5, pp. 1-4. (2017).
- [66] 佐々木美香子, 齊藤絢基, 久保田夏美, 新納真次郎, 中村聡史, 鈴木正明: フォントと手書きの融合文字に対する好感度調査. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2017-HCI-174, Issue. 9, pp. 1-8. (2017).
- [67] 佐々木美香子, 齊藤絢基, 新納真次郎, 又吉康綱, 中村聡史, 鈴木正明: 手書きとフォントの融合による視認性向上と書き手の抵抗軽減に関する調査. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2018-HCI-176, Issue. 19, pp. 1-7. (2018).
- [68] 佐々木美香子, 齊藤絢基, 中村聡史: 手書きとフォントの融合文字を用いたメッセージカード作成における利用分析. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2018-HCI-178, Issue. 12, pp. 1-8. (2018).

業績

- [1] 齊藤絢基, 新納真次郎, 中村聡史, 鈴木正明: 手書き文字に対する書き手識別と好感度に関する調査. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2016-HCI-169, Issue. 6, pp. 1-8. (2016).
- [2] 新納真次郎, 齊藤絢基, 久保田夏美, 中村聡史, 鈴木正明: オフライン手書き文字数式化手法の提案と大規模平均文字の比較. 情報処理学会 研究報告グループウェアとネットワークサービス (GN), Vol. 2017-GN-101, No. 7, pp. 1-8. (2017).
- [3] 久保田夏美, 齊藤絢基, 中村聡史, 鈴木正明: Mojivator: 平均化手法を用いた手書き練習システムによる書写行動の変化の観察. 電子情報通信学会 ヒューマンコミュニケーション基礎研究会 (HCS), Vol. 117, Issue. 29, pp. 157-162. (2017).
- [4] 齊藤絢基, 中村聡史, 鈴木正明: コミック内の発話への読者手書き文字融合による共感度向上手法の提案. 第 31 回人工知能学会全国大会論文集 (JSAI2017), Issue. 3H1-OS-04a-5, pp. 1-4. (2017).
- [5] 又吉康綱, 久保田夏美, 齊藤絢基, 大島遼, 中村聡史, 鈴木正明: 自他との平均化により手書きをきれいにするシステムの提案. ARG 第 10 回 Web インテリジェンスとインタラクション研究会. (2017).
- [6] 佐々木美香子, 齊藤絢基, 久保田夏美, 新納真次郎, 中村聡史, 鈴木正明: フォントと手書きの融合文字に対する好感度調査. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2017-HCI-174, Issue. 9, pp. 1-8. (2017).
- [7] 又吉康綱, 久保田夏美, 齊藤絢基, 大島遼, 中村聡史, 鈴木正明: 平均手書きノート. 第 25 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2017)論文集. (2017).
- [8] 佐々木美香子, 齊藤絢基, 新納真次郎, 又吉康綱, 中村聡史, 鈴木正明: 手書きとフォントの融合による視認性向上と書き手の抵抗軽減に関する調査. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2018-HCI-176, Issue. 19, pp. 1-7. (2018).
- [9] 齊藤絢基, 中村聡史: 動的なフォント融合による文字デザイン支援手法. 情報処理学会 研究報告エンタテインメントコンピューティング (EC), Vol. 2018-EC-47, Issue. 2, pp. 1-8. (2018).
- [10] 齊藤絢基, 中村聡史: Fontender: コミック創作のためのフォント融合による文字デザイン手法. 第 32 回人工知能学会全国大会論文集 (JSAI2018), Vol. 3Z2-05, pp. 1-4. (2018).
- [11] 佐々木美香子, 齊藤絢基, 中村聡史: 手書きとフォントの融合文字を用いたメッセージカード作成における利用分析. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI), Vol. 2018-HCI-178, Issue. 12, pp. 1-8. (2018).
- [12] Sasaki, M., Saito, J. and Nakamura, S.: Improving Visibility and Reducing Resistance of

- Writers to Fusion of Handwritten and Type Characters. The 10th International Conference on Collaboration Technologies (CollabTech2018), Vol. 11000, pp. 185-199. (2018).
- [13] 野中滉介, 齊藤絢基, 中村聡史: 音楽印象と同期した歌詞フォント融合による印象強調手法. 情報処理学会 研究報告エンタテインメントコンピューティング (EC), Vol. 2018-EC-50, Issue. 35, pp. 1-8. (2018).
- [14] Saito, J. and Nakamura, S.: Fontender: Interactive Japanese Text Design with Dynamic Font Fusion Method for Comics. 25th International Conference on Multi Media Modeling (MMM2019), Vol. 11296, pp. 554-559. (2019).
- [15] Sasaki, M., Saito, J. and Nakamura, S.: Analysis of Utilization in the Message Card Production by Use of Fusion Character of Handwriting and Typeface. 17th IFIP TC.13 International Conference on Human-Computer Interaction, Vol. 11749, pp. 25-33. (2019).
- [16] Nonaka, K., Saito, J. and Nakamura, S.: Music Video Clip Impression Emphasis Method by Font Fusion Synchronized with Music. International Conference on Entertainment Computing & Joint Conference on Serious Games (ICEC-JCSG 2019), Vol. LNCS 11863, pp. 146-157. (2019).
- [17] 伊藤理沙, 齊藤絢基, 中村聡史, 掛晃幸, 石丸築: 手書きとフォントの文字形状の違いが顔と名前の記憶に及ぼす影響. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2019-HCI-185, Issue. 22, pp. 1-8. (2019).
- [18] 齊藤絢基, 中村聡史: 平均化されたフォントの特性解明と文字デザイン支援への応用. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2020-HCI-186, No. 4, pp. 1-8. (2020).