

動的なフォント融合による文字デザイン支援手法

斉藤絢基^{†1} 中村聡史^{†1}

概要：日常生活において、個人がコンテンツを作成する機会が増加している。コンテンツの作成においては、フォントを選択する場面が多くあるが、PC に予めインストールされてあるフォントは数が少ないため、バリエーションに欠けるといった問題がある。また、一般ユーザにとってフォントが与える印象をフォント名やフォントの形状から判断することが難しいため、コンテンツにあった印象をもったフォントを探すのに苦労するといった問題がある。そこで本研究では、既存のフォントをユーザの目的の印象に合うようにブレンドし、新たなフォントを動的に生成する手法を提案する。これにより、フォント数の少なさを解消するとともに、ユーザの求める直感的で微細な印象に合致したフォントを獲得できると期待される。本研究では、提案手法をプロトタイプシステムとして実装し、従来のフォント選択手法との比較実験を行い、フォント選択におけるユーザの目的とするフォントの獲得に対する満足度において、提案手法が有用であることを明らかにした。

キーワード：文字デザイン、フォント生成、フォント選定、フォント融合、感性

1. はじめに

ポスターや年賀状のデザイン、コミック内のセリフやウェブページの見出し、動画の歌詞や字幕などの文字デザインを行う場合、コンテンツに与えたい印象に適した文字にすることが重要である。ここで文字デザインを施す方法として、大きく分けると以下の2つの方法が挙げられる。

1つ目の文字デザイン方法は、PC にインストールされているフォントから選択するというものである。しかし、選択対象が和文フォントの場合、欧文フォントに比べるとバリエーションに欠け、目的のフォントが見つからないという問題がある。例えば、2018 年現在 Apple 社が提供している macOS Sierra に予め組み込まれているフォントファミリー数は、欧文フォントが 143 種類に対し、和文フォントが 16 種類[1]となっており、ユーザの選択の幅を狭めてしまっていると言える。また、従来のフォント選択インタフェースは、フォント名をそのフォントを利用してリスト形式で表示しているため、フォント間の比較が難しく、ユーザにとって最適なフォントを探し出すことは容易な作業ではない。さらに、一般のユーザはプロのデザイナーに比べ、文字デザインの知識に乏しく、ユーザ自身が求める印象に合致したフォントを選び出すことは難しい。

2 つ目の文字デザイン方法は、手書きや既存のフォントを加工するなどして自ら文字をデザインするというものである。この方法を用いることで、独創性の高い仕上がりにすることができるが、必要な文字を一文字ずつ製作する作業は非常に手間である。この問題に対し、既存のフォントを融合し新たなフォントを生成することで、文字製作の手間を軽減する研究も行われている[10][11]。しかし、これらの研究はユーザが融合する際のストロークの対応を取る必要があるうえ、融合するフォントの組み合わせが限定的なものとなっている。

そこで本研究では、任意の既存のフォントを組み合わせで新たなフォントを作り出す手法を実現し、そのフォントの組み合わせ度合いを自在に変化させることによって、新たなフォントを生成する手法を提案する。具体的には、ユーザが入力した2つの印象語を軸とした2次元平面上に既存のフォントを配置し、ユーザの選択した平面上の位置に応じて複数のフォントをブレンドして提示する。ユーザはこの手法を使用することにより、フォント数が少ない状況下においても、目的の印象に合致した文字デザインを行うことができる。本研究では、フォントのブレンド手法を用いたフォント選定を支援するプロトタイプシステムを提案および実装し、従来のフォント選択手法とプロトタイプシステムとの比較実験を実施することにより、提案手法の有用性を検証する。

2. 関連研究

2.1 フォント選定支援に関する研究

コンテンツに適した文字デザインを施すとき、まず既存のフォントから最適なフォントを選び出すという方法が考えられる。一般のユーザは、作成するコンテンツのイメージ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[2]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。また、提案手法をもとに表札デザイン支援システムを開発し、フォント選定支援の有効性を確認している。しかし、上記の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[3]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

^{†1} 明治大学
Meiji University

柔軟なフォント探索システムを提案している．この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 Donovan ら[4]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．

これらの研究は，欧文フォントのようにフォント数が膨大に存在する場合は有効であるが，個人の PC に予めインストールされてある和文フォントのような，フォント数が少ない環境での利用を想定した場合，ユーザの目的に合致したフォントが存在しない可能性が考えられる．本研究で提案する手法は，少ないフォント数でもユーザの求める印象に合致したフォントを指定可能とする手法である．

2.2 文字デザインの作成に関する研究

既存のフォントからユーザの目的にあったフォントを選定する研究は数多く行われているが，PC に予めインストールされているフォントや，欧文フォントに比べて種類が豊富でない和文フォントを対象としたときに，ユーザが望むフォントが得られないという場合がある．このような場合，ユーザが自ら手書きで文字をデザインする方法と既存の文字を変形して新たな文字をデザインする方法の2つが考えられる．

既存の文字を装飾や変形などすることで，新たな文字をデザインする研究はいくつか行われている．内村ら[5]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．

また，ユーザの手書き文字を変形し新たな字形を獲得する研究としては，Matsukida ら[6]の研究があげられる．同研究では，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．佐藤ら[7]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．

このように既存の文字自体を加工する研究がある一方で，既存のフォントを加工して，新たなフォントを獲得するサービスや研究も数多く存在する．Prototipo[8]や modulator[9]は，フォントを形作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[10]は，ユーザが手描きでスケッチした文字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．しかし同システムは，スケッチした文字とフォントを融合する際，対応するストロークをユーザが調整する必要があった．これに対し，Campbell ら[11]は，似た形状のフォント同士が近くなるように2次元平面上にフォントを配置することで，対応するストロークを自動で決定することを可能にする手法を提案している．しかし同手法では，融合可能なフォントの組み合わせが限定されてしまうという問題がある．本研究では，ユーザの負担をかけることなく，ユーザが求める印象に応じて既存のフォントを融合し，新たなフォントを獲得する手法を取ることで，一般ユーザの文字デザイン支援を行うものである．

3. フォント融合アルゴリズム

フォントの芯線および太さの情報を数式として捉え，その数式同士を融合することでフォントのブレンドを実現する．なお，文字は半径の変化する円の軌跡によって表現できると仮定し，芯線上の点が中心座標となるような円の軌跡を描くことでフォントを表現する（図1）．

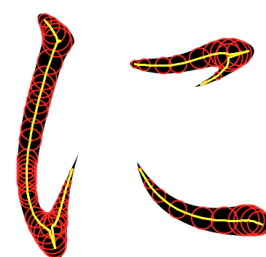


図1 フォント表現のイメージ

3.1 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) フォントで表示された文字の内部に含まれ，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 へ登録する．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もとに、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り、表現するフォントが滑らかでなくなってしまう。そこで、フォントを滑らかに表現するため、上記の手順で得られ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2)。

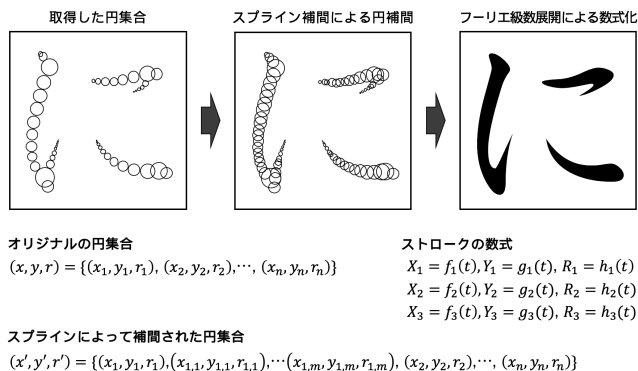


図2 フォントの数式化手順

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(ギブズ現象)。この円集合を通る平面曲線の媒介変数表示を、

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

としたとき、 $f(t)$ は周期関数ではないが、

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

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、

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

と表すことができる。ここで a_n と b_n は、

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

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($g(t), h(t)$ も同様に考えることができる)。

この t における $(f(t), g(t))$ がフォントの芯線上の点となり、その点からフォント文字の外縁に内接する点までの距離が太さ情報 $h(t)$ となる。

3.2 フォントのブレンド

3.1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ブレンド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

$$\begin{cases} x = f_n(t) \\ y = g_n(t) \\ r = h_n(t) \end{cases} \quad -\pi \leq t \leq \pi$$

と表わし、各フォントのブレンド割合を $\alpha_1 \sim \alpha_n$ とすると、ブレンドしたフォントのストロークの数式は

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

と表わすことができる。このブレンド割合を変更することで、任意のフォントを作り出すことが可能となる。

4. フォントに対する印象推定

本研究では、入力された印象値に応じて、既存のフォントをブレンドすることにより、フォント数が少ない環境でも、ユーザが所望する印象をもったフォントを獲得しやすくする手法を実現するものである。具体的には、ユーザが入力した2つの印象語を軸とした2次元平面上に、既存のフォントを配置し、ユーザの選択する平面上の位置によってブレンドするフォントの種類やブレンド割合が変化するというインタフェースを設計する。この手法により、フォント数が少ないという問題を解消するとともに、ユーザの求める直感的で微細な印象に合致したフォントを獲得できると期待される。

そこで、フォントの印象語を入力として使用可能とするため、既存のフォントの印象値およびひとに与える印象の

因子構造を求める必要がある。

印象値および印象の因子構造を求めるため、実験協力者 17 名 (20~23 歳の大学生) に対し、フォントに対する印象評価を行ってもらった。評価するフォントは株式会社モリサワ[12]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 (図 3)。なお、提示する文章は書体見本でよく用いられる宮沢賢治作の「ポラーノの広場」の以下の 1 節を用いた。

「あのイーハトーヴォのすきとおった風、夏でも底に冷たさをもつ青いそら、うつくしい森で飾られたモリーオ市、郊外のぎらぎらひかる草の波。」

印象評価については、和文フォントの印象調査 [13][14] で使用された形容詞対の中から 35 対を選定し (表 1), SD 法による 7 段階評定 (-3~+3) を求めた。

得られたデータから、どのような印象構造が形成されるのかを確認するために、全 18 種類のフォントに対して、主因子法、プロマクス回転による因子分析を行った。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 形容詞対、4 因子が抽出された (表 2)。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。これら 4 因子における累積寄与率は 67.1%であった。なお、4 章にて説明するプロトタイプシステムは、因子分析にて抽出された 4 つの因子と、18 種類の形容詞対を指定可能とするものである。

表 1 事前調査で使した形容詞対

良い — 悪い	明るい — 暗い
好きな — 嫌いな	重い — 軽い
美しい — 醜い	楽しい — 苦しい
快い — 不快な	緊張した — 緩んだ
安定した — 不安定な	やわらかい — かたい
暖かい — 冷たい	鈍い — 鋭い
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 — 模倣的な
派手な — 地味な	古風な — 今風な
賑やかな — 静かな	和風 — 洋風
激しい — 穏やかな	質素な — 贅沢な
速い — 遅い	カジュアル — フォーマル
迫力のある — 物足りない	田舎風な — 都会的な
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	



図 3 評価対象フォント一覧

5. プロトタイプシステム

3 章のアルゴリズムおよび、4 章の調査結果を用いて、文字デザイン支援のためのプロトタイプシステムを実装した (図 4)。本システムは、大きく分けると成形部と選定部の 2 つの部分からなり、選定部でフォントのブレンドを行い、ブレンド結果を成形部でプレビューするというものである。なお、本システムは Processing にて実装した。

提案手法では、ユーザが入力した 2 つの印象語をもとに、2 次元平面上に既存のフォントを配置する。ここで、4 章の因子分析で得られた因子名および形容詞対を入力する印象語として使用するため、対象とするすべてのフォントの印象値を 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。また、各因子の印象値に対しても、各因子に属する形容詞対の印象値の総和が -1~+1 になるように正規化した。

ユーザは、調節部の下部にある、因子名または形容詞選

表 2 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	かたい-やわらかい	0.873	0.223	0.125	-0.059	0.809
	四角い-丸い	0.864	0.239	0.026	0.004	0.717
	ぼんやりした-はっきりした	-0.852	0.030	0.255	0.172	0.628
	緩んだ-緊張した	-0.852	-0.065	-0.048	0.000	0.735
	フォーマルな-カジュアルな	0.805	-0.029	0.024	0.084	0.717
	鋭い-鈍い	0.695	-0.052	-0.016	-0.064	0.481
	冷たい-暖かい	0.681	0.209	0.202	0.008	0.613
	模倣的な-独創的な	0.669	0.132	-0.046	0.232	0.632
魅力性	不安定な-安定した	-0.659	0.263	0.181	-0.086	0.623
	大人っぽい-子供っぽい	0.654	-0.311	0.228	-0.082	0.696
	悪い-良い	0.116	0.905	-0.105	0.027	0.682
	不快な-快い	0.127	0.869	0.000	-0.077	0.736
楽観性	嫌い-好き	0.111	0.857	0.040	0.099	0.720
	醜い-美しい	-0.201	0.703	0.015	-0.001	0.620
活動性	苦しい-楽しい	0.128	-0.048	0.817	-0.031	0.719
	暗い-明るい	0.060	0.008	0.777	0.026	0.655
活動性	もの足りない-迫力のある	-0.131	0.110	-0.051	0.847	0.658
	地味な-派手な	0.125	-0.089	0.053	0.746	0.670
	寄与率(%)	33.3	17.6	8.4	7.8	
	累積寄与率(%)				67.1	

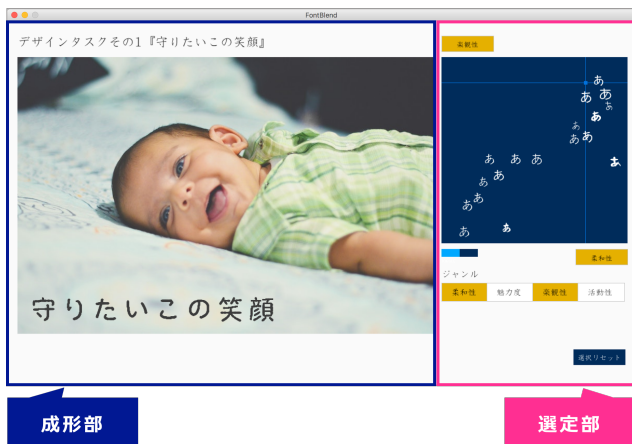


図 4 プロトタイプシステム

摂インタフェースを利用して、印象語を設定することができる。なお、因子名を選択できるモードと形容詞を選択できるモードを切り替えられるよう、トグルボタンを設置した。ユーザが最初に選択した印象語が2次元平面の横軸、次に選択した印象語が2次元平面の縦軸となり、それ以上の選択は受け付けられないようにした。このとき、ユーザが選択した2つの印象語を軸として、18種類のフォントを印象値に応じて配置していく。なお、横軸は右向きを正とし、縦軸は上向きを正とする。

18種類のフォントが配置されると、ユーザはブレンドフォントを生成できるようになる。具体的には、2次元平面上でマウスポインタの位置を変更することにより近接している4つのフォントを、それぞれのマウスポインタまでの距離に応じて融合割合を変化させ、ブレンドする。なお、融合割合はマウスポインタ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。

また、ブレンド結果は成形部にリアルタイムに生成される。ブレンドするフォントを4つとしたのは、成形部にリアルタイムにブレンド結果を表示する際、違和感のない速度を保つためである。

6. 評価実験

提案システムの特性を評価するために、少ないフォント数でも、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生成し、獲得することができるという仮説を立て、2種類のシステムとの比較実験を行った。

6.1 実験設計

実験では、3種類のシステムを使用して写真に付け加える文字をデザインするというタスクを課すことで、提案手法の有用性を検証する。そのため、実験で用いるフォント選定システムについて、提案手法の他に2種類のシステムを用意した(図5)。これら2種類のシステムの成形部は、5章で説明したプロトタイプシステムと同様、選定部の動作に応じて、リアルタイムに写真上の文字の字形が変化するというものになっている。

まず、比較対象の1つ目のシステムの選定部は、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4章で定めた5種類の書体カテゴリ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を利用している(以下、リスト形式とする)。次に、2つ目のシステムの選定部は、プロトタイプシステムと同様、ユーザが入力した2つの属性を軸とした2次元平面上に、「あ」の文字をそれぞれのフォントを利用して表示するシステムである。プロトタイプシステムとの相違点は、プロトタイプシステムが2次元平面上の任意の位置に応じてフォントをブレンドするのに対し、比較システ

ムはブレンドする機能はなく、可視化されたフォント上しか選択することができないということである（以下、マップ配置形式とする）。実験協力者にはこれらのシステムとプロトタイプシステムを加えた3つのシステムを順に使用し、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、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」[15]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：限りある命
- 食べ物：おなかの空いた
- 町並み：うつくしい町なみ
- 自然：地球を知ろう

実験での写真上に付加する際の文字列の配置と色は、著者が違和感のないようそれぞれ設定した。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するようにした。

客観的指標として、システムを用い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、前節で述べた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、それぞれのシステムを用いてコンセプトにあ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」ボタンを押してもらっ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、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：獲得したフォントを利用して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はどの程度あったか

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



図5 リスト形式（左）とマップ配置形式（右）の選択部

6.3 実験結果

図6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、提案手法の有用性を検証するため、2要因の分散分析を行った。その結果、デザインタスクの主効果はどちらの設問でも有意でなかったが、手法の主効果は、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。

表3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用性を検証するため、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4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。

提案手法よりリスト形式を評価したD・Lに関して、デザイン記録を観察した結果、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。また、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5)。さらに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欲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見られた。

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、「似たようなフォントが最後の2択になった場合、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、苦渋の決断を迫られた」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

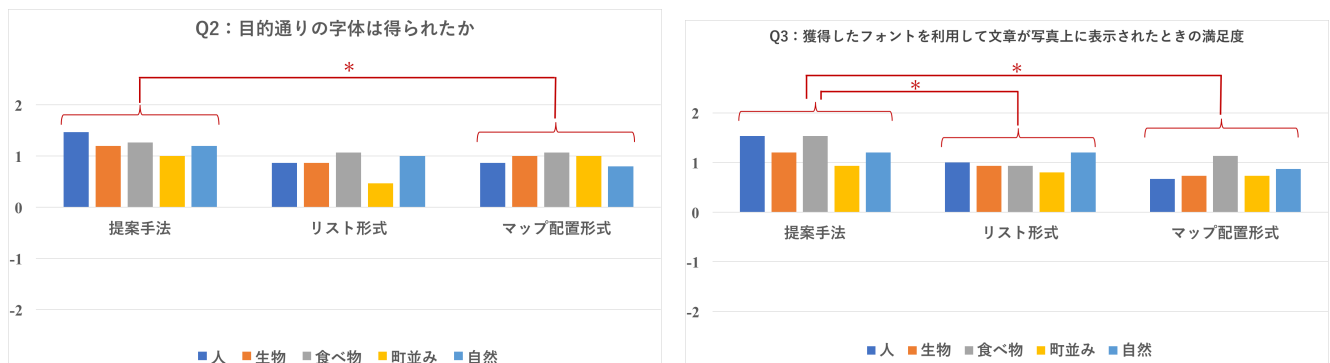


図6 獲得した字形に関するアンケート結果 (Q2, Q3)

表3 システムの使用感に関するアンケート結果 (Q4, Q5)

Q4: 文字をデザインする手間はどの程度あったか

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

Q5: システムのUIの使いやすさ

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

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、「妥協点をみ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」「使いたい書体が見つからない場合は、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、「微調整するのがめんどろだった」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見られた。

表4 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

表5 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

6.4 考察

図6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については現れず、Q3では現れた。この結果の要因として、提案手法が2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3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という結果となった。以上の結果と図6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、ユーザの満足度のいく字形が得られると結論付けられる。

表4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見られた。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のが好きな人だと推測される。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、有効な手法であると考えられる。

一方で、D・L・H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見られた。また表5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見られた。

つまり、印象語の選定の再検討と選定部の UI の改善が必要であると考えられる。

7. まとめと今後の展望

本研究では、フォント選定に内在する問題を解消するため、既存のフォントをユーザの目的の印象に合うようにブレンドし、新たなフォントを生成する手法を提案した。また、文字デザイン支援のため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基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、提案手法の新たなフォントをリアルタイムに生成できる点が、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およびデザイン力の高いユーザは、それぞれ異なるシステムの使い方をしていたが、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となった。

今後は、アンケート調査で明らかとなったプロトタイプシステムの改良を行う。具体的には、フォントのブレンド結果のログを残し、前後のブレンド結果と簡単に比較することができる機能や、形状を保った状態で太さのみを調節できる機能を実装する予定である。また、システムとして運用することを想定したとき、ユーザの所有するフォントを使用してブレンドフォントを生成することが望まれる。そのため、それぞれの印象語とフォントの視覚的特徴との関係性を明らかにし、フォントの視覚的特徴量からフォントの印象値を推定する手法を検討することで、新規フォントにも対応したシステムの実装を行う。

また、本研究ではコンテンツの作り手の字形の獲得に関する満足度が高くなることを明らかにしたが、今後は作り手が与えたい印象を受け手に正確に伝えられるかについても調査を行う予定である。

謝辞 本研究の一部は、JST ACCEL（グラント番号 JPMJAC1602）の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] “macOS Sierra に組み込まれているフォント - Apple サポート”. <https://support.apple.com/ja-jp/HT206872>, (参照 2017-12-14).
- [2] 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. 2001, vol. 14, no. 12, p. 593-600.
- [3] 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. 2013, vol. 12, no. 1, p. 77-85.
- [4] Donovan, P. O., Libeks, J. and Agarwala, A.. Exploratory Font

- Selection Using Crowdsourced Attributes. Journal ACM Transactions on Graphics (TOG) - Proceedings of ACM SIGGRAPH 2014. 2014, vol. 33 issue4, no. 92.
- [5] 内村博貴, 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. 2010, vol. 9, no. 1, p. 10-19.
- [6] 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. 2013, p. 602-607.
- [7] 佐藤剣太, 中村聡史, 鈴木正明. 電子コミックの表現を豊かにする手書きアニメーション生成手法. 第30回人工知能学会全国大会. 2016.
- [8] “Prototypo | Design stronger identities with bespoke fonts”. <https://www.prototypo.io/>, (参照 2017-12-14).
- [9] “modulator | metaflow”. <https://www.metaflow.com/modulator>, (参照 2017-12-14).
- [10] Suveeranont, R. and Igarashi, T.. Example-Based Automatic Font Generation. Proceedings of Smart Graphics 2010, Lecture Notes in Computer Science. 2010, vol. 6133, p. 127-138.
- [11] Campbell, N. D.F. and Kautz, J.. Learning a Manifold of Fonts. In ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH). 2014, vol. 33, no. 4.
- [12] “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”. <http://www.morisawa.co.jp/culture/dictionary/1954>, (参照 2017-11-25).
- [13] 井上正明, 小林利宜. 日本におけるSD法による研究分野と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, p. 253-260.
- [14] 井上正之, 鑑沢勇. 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, p. 328-335.
- [15] “Beautiful Free Images | Unsplash”. <https://unsplash.com/>, (参照 2018-01-15).