情報処理学会論文誌 Vol.59 No.9 1761–1773 (Sep. 2018)

印象増幅のための手書き文字へのエフェクト付与手法

佐藤 剣太[1,a)] 中村 聡史[1] 鈴木 正明[1]

受付日 2017年12月11日, 採録日 2018年6月8日

概要：スマートフォンやタブレット PC などのように，タッチペンにより手書き入力可能なシステムが広く普及しつつある．我々は手書き文章のより豊かな表現を行うため，手書き文字の数式化を用いた波状エフェクト付与手法と，その手法に基づく印象豊かな手書き文章生成システムを実現する．また，評価実験の結果からエフェクトの付与された手書き文章の印象の伝えやすさについて分析し，各印象の表現に影響する要因について考察を行う．実験結果から，驚き，怒りなどの印象増幅において，手書き文字への波状エフェクト付与手法の有効性が確認された．

キーワード：手書き，メッセージ，フーリエ級数，静的エフェクト，動的エフェクト

Proposal of a Method to Add Wavy Effects to Handwritten Characters for Enhancing Impressions

Kenta Sato[1,a)] Satoshi Nakamura[1] Masaaki "Macky" Suzuki[1]

Received: December 11, 2017, Accepted: June 8, 2018

Abstract: Recently, systems available for freehand input with touch pens have been common such as smartphones and tablets. In this paper, we propose a method to add wavy effects to handwritten characters by formularizing their strokes and realize a system to create emotional handwritten messages to make messages more expressive. Besides, we analyze whether each letter with the effect can tell its intention on experimental tests and consider factors that influence the representation of each impression. As a result, we found that our method had effectiveness to enhance impressions such as surprise or anger.

Keywords: handwriting, message, Fourier series, static effect, dynamic effect

1. はじめに

広告や DTP 業界においては，印象をコントロールするために，文字のフォントの種類を変更することが一般的に行われている．たとえば，ポップ体を用いると明るい印象となり，行書体を用いると物静かで落ち着いた印象になる．これは，文字のストロークの太さや丸み具合，文字どうしの間隔などが影響していると考えられる．本田ら [1] は，4 種類の色と 3 種類のフォントを組み合わせた 12 パターンの文字表現により提示されるかな文字の印象の変化について調査を行っており，文字の美しさについては色よりもフォントの方が強く影響することなどを明らかにしている．

文字の太さや丸み具合，間隔といった要素のほかに，文字の動きによっても人が受ける印象は変わってくる．ここで，コンピュータ上の文字を動かす手法の 1 つとして Kinetic Typography [2], [3] が知られている．この手法では文字に動きを付与し様々な表現を可能としており，様々な研究や作品がある．こうした研究や作品では，たとえば素早く文字を動かすことにより急いでいるような印象を付与したり，文字の画をギザギザにとがらせることにより怒っているような印象を付与したりしている．ほかにも文字の大きさ，移動速度，移動する向きといったパラメータを調整することで様々な印象を与えることが可能である．

一方，スマートフォンやタブレット PC などのように，ペン入力可能なシステムが爆発的に普及しつつあり，コンピュータによるデジタル化が進んだにもかかわらず，手書

1 明治大学
Meiji University, Nakano, Tokyo 164–8525, Japan
a) kenta.sato.6617@gmail.com

© 2018 Information Processing Society of Japan

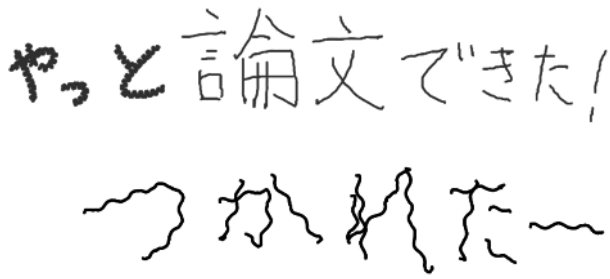


図 1 本研究におけるデータセット構築用システムにより作成した文章の例

Fig. 1 Text with effect created by our prototype system suggested in this paper.

きの機会は多く存在する．こうした手書きをコンピュータ上でより良いものにするために，オノマトペにより手書き文字を装飾する手法 [4] や，手書き文字から楷書体を自動生成する手法 [5] など，様々なものが提案されている．

しかし，手書きの文章だけでは必ずしも書き手の気持ちが読み手に正しく伝わるとは限らず，ニュアンスの違いから誤解を招く可能性もある．こうした問題を解決するための方法として，コンピュータ上で利用できるフォントと同様に，手書き文字に対して感情を付与することによって印象豊かなテキストを作り出すことが考えられる．そこで本研究では，コンピュータ上に書かれた手書き文字を数式としてとらえ，そこに別の数式を付与することで手軽に**図 1** のようにストロークの形状を波状に変更した手書き文字を生成する手法を提案する．これにより，波形のエフェクトを通して書き手の心理的状況をより適切に伝えることが可能になると期待される．

我々は以前の研究で，手書き文字への波状エフェクト付与により伝達しやすくなる印象の種類について明らかにし [6]，電子コミックにおけるオノマトペやセリフへの応用を行った [7]．ただし，これらの研究ではエフェクト付与がどのパラメータによってどの印象が伝達しやすくなるかという分析は行っていなかった．そこで本研究では，エフェクトのパラメータの変化と伝えやすくなる印象の相関について分析を行う．また，提案手法をもとにプロトタイプシステムを実装する．さらに，コンピュータ上で手書きにより作成した文章と，それらにエフェクトを付与した文章の印象を比較し，後者の文章が前者のものよりも増幅して伝えられる印象の種類を調査する．なお本研究では，文字の動きの有無にかかわらず文字やストロークに対して装飾が付与されたものを「エフェクト」，文字に付与されたエフェクトのうち動きのないものを「静的エフェクト」，動きのあるものを「動的エフェクト」と呼ぶ．

本研究の貢献は，以下の 2 点である．

- オンラインの手書き文字に対して波状エフェクトを手軽に付与することで文章の印象をより豊かなものにする手法を提案および実装したこと
- 実験により，通常の手書き文字を用いた場合よりも提案手法を用いた場合に増幅可能な印象の種類を明らかにしたこと

ここで，オンラインの手書き文字とは，タブレットなどで書字を行うことでリアルタイムに筆致情報を取得し，書き順や筆の方向，速度などがセンシング可能な手書き文字のことを指す．

本研究の構成は以下のとおりである．まず，2 章で関連研究の紹介および本研究との共通点・相違点について説明し，3 章で手書き文字の数式化およびエフェクトを付与するための手法について述べる．4 章では提案手法をもとに実装したデータ構築用システムの動作例について説明し，5 章では提案手法の有用性を検証するための実験手順について述べ，6 章では得られた結果をもとに考察を行う．最後に，本研究のまとめを 7 章で行う．

2. 関連研究

中村ら [8] は，複数のユーザによって書かれた手書き文字に対してフーリエ級数展開を行い，その数式を用いて平均文字を生成することにより綺麗になることを明らかにしている．この手法を用いた後続研究もいくつか存在する．斉藤ら [9] は，手書き文字とフォントを融合することを可能としており，セリフのフォントの形状を変えることで電子コミック内の登場人物に対する共感度を向上させる手法を提案している．また，佐々木ら [10] は，手書き文字とフォントを融合した文字に対してユーザがいだく好感度を調査しており，自身の手書き文字に対する好感度が融合文字に対する好感度に影響することなどを明らかにしている．同手法は本研究でも利用しており，本研究ではさらにエフェクト用の数式の表現方法についても提案している．

手書き文字を装飾することで創作支援を行う研究は数多く行われている．オノマトペン [5] は手書き入力中に「きらきら」や「もこもこ」といった擬音語や擬態語を発することにより，オノマトペに応じた表現を文字に付与することが可能である．内平らのサンプリング書道 [11] では，モデルとする書の画像をマウスポインタでなぞって取り込むことを可能としている．これにより，筆による表現を描画行為そのものから切り離し，ユーザが書家のような表現を容易にできるようにしている．これらはストロークの入力と装飾の動作を別々に行うことで，手書き文字の特徴を残しつつ多彩な表現を可能にしたという点において，手書き文章への装飾支援に貢献しているといえる．本研究においても手書き行為は装飾行為から切り離して行う点でこれらの研究と共通しているが，我々の手法では手書き文字のストロークに沿った波状のエフェクトを付与するという点で異なる．

文字に動きを付与する手法として代表的なものに Kinetic Typography および Motion Typography があげられる．こ

© 2018 Information Processing Society of Japan

れらは，本来ならば静止している文字に対し，文字の大きさ，太さ，せん断する向き，質感，移動する向き・速さ，およびフォントを変えるといった動きを追加し，何かしらの印象や雰囲気を伝える手法である．加藤らの TextAlive [3] は，歌声と同期して歌詞を表示し動きを付与することを可能とする手法である．ここでは歌詞と音楽との時間的な対応を自動で推定し，ユーザによるパラメータ調整を専用 GUI により容易に行ったりプログラムにより詳細な記述を行ったりということを可能としている．これに関連する商品として，ユーザが楽曲の歌詞に視覚的に触れてもらうことを目的とした Lyric Speaker [12] がある．これは，ユーザの持つ楽曲の音響的特徴を分析し，あらかじめ用意された動きのパターン群から最も適するものを歌詞のテキストに付与したうえで表示することを可能としている．また，文字の動きを手軽に生成するためのソフトウェアの機能として Adobe の Flash Motion Tweens [13] が知られており，あるフレーム間の動きを自動で生成することができる．Anitype [14] は，有機的な文字の動きの制作を目的としたユーザ参加型のプロジェクトである．このプロジェクトでは文字の動きのパターンの投稿や閲覧ができるほか，他のユーザの制作した動きのパターンのスクリプトを編集することにより派生作品を生み出すことも可能である．Specific Font [15] は，特定の条件下でのみ可読性を持たせることによって，より適切なタイミングで相手にメッセージを伝えることを目的とした作品である．この考えに基づいたプロトタイプシステムには，異なる周期で動く各文字がすべて同期した瞬間のみメッセージ全体に可読性を持たせるフォントである SyncFont，マイクによって周囲の音の大きさを取得し，その値がある一定の閾値以下であるときのみメッセージに可読性を持たせる LazyFont などがある．

ただし，これらの研究においては，専用ソフトウェアの利用やプログラミングといったスキルが要求されることがあり，ユーザによっては動きのパターン制作のハードルが低くはない．こうした状況を解決するため，フォントに手軽に動きを付与することで表現の支援を行う研究も様々存在する．木下らのあら振ったー [16] ではスマートフォン内の加速度センサを利用し，テキストを入力した後でスマートフォンを振ることにより，上下左右への移動や拡大縮小といった自由度の高い動きを手軽に付与可能としている．この動きのパターン付与手法にはスマートフォン端末の加速度センサを利用しており，ユーザが個々の端末で利用可能という点で手軽といえる．近藤らの提案するお絵描き拡張映像ツール [17] では，スケッチブックに描かれた絵をカメラでキャプチャするだけで 3 次元 CG モデル化してユーザに提示するものであり，ユーザは描いたオブジェクトに応じて変形や移動の動きを行うことができる．これにより子供のお絵描きに対する興味をより大きくし，制作創造意欲の向上を図っている．Wang ら [18] は，ユーザの生体情報から感情を推定し，チャットシステム上のメッセージに対して動きを付与する手法を提案している．ここでは，皮膚に取り付けたセンサによりユーザの血圧や脈拍を読み取り，それに応じた動きがメッセージに付与される．これらの研究はいずれも，ユーザ自身が作成したメッセージやスケッチに対して意図を反映させ，手軽に動きを付与するという面白みがあり，本研究とも深く共通している．ウゴツール [19] は，入力されたストロークに震えるような動的エフェクトをリアルタイムに付与できるフリーソフトである．このフリーソフトは，入力ストロークの概形を保ちつつ動的エフェクトを付与している点で本研究と共通している．しかし，このツールでは入力ストロークの点の座標データを用いているのに対し，本研究では入力ストロークの座標をもとにして数式的な処理を行うという点で異なる．我々は，手書き文字に対しても動的エフェクトを付与することで，自身の書き出したものが動き出す面白さや，そうした手書きを閲覧することの楽しさを提供できるのではないかと考えている．

文字に動きを与えることによる印象の変化を検証した研究としては以下のものがあげられる．O'Donovan ら [20] は，クラウドソーシングを用いた機械学習により，広告ごとに適したフォントを提示するシステムを実現している．Ford ら [21] は，コンピュータ上のフォントで書かれている文章の意味が，文章の内容と動きの種類の組合せに依存することを明らかにしている．また，上田ら [22] は，コンピュータ上のフォントで表示されている文字のサイズを変える，右方向や下方向に動かすといった文字の動きによって鑑賞者の受ける印象が変化することを明らかにしている．また，Lee ら [23] は，Mood と Energy という 2 種類の指標を用意したうえで，Joyous，Happy，Angry，Sad という 4 つの印象を区別することを試みており，男女による印象の感じ方の違いについても明らかにしている．これらはいずれもフォントに対して動きを付与しており，本研究は手書き文字を扱っている点で異なる．また，我々の研究では手書き文字のストロークに沿って波状のエフェクトを付与するという点でも異なる．

3. 提案手法

3.1 手書き文字からのエフェクト生成

本研究では，オンラインの手書き文字に対して手軽に波状のエフェクトを付与することを目的としている．そこで，手書き文字を数式としてとらえ，その数式に対してエフェクトを表現する数式を付与することで形状の変形された手書き文字を実現する（**図 2**）．なお，ここではオンライン入力のみを対象とする．

我々の提案する手法では，ユーザがスタイラスにより入力した手書き文字を点列データとして取得する．この点列データをストロークごとに分け，それぞれに対してスプラ

© 2018 Information Processing Society of Japan

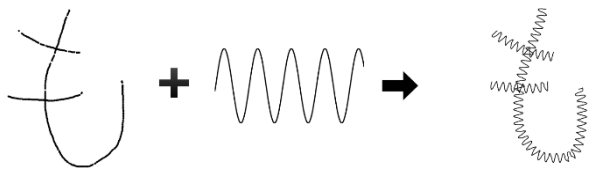


図 2　手書きのストロークと付与する数式（この場合は三角関数）からエフェクト付きの文字を作りだす

Fig. 2　Character with effect made from handwritten strokes and mathematical expressions.

イン補間の処理を行うことで点の数を増加させる．この処理が施された点列の座標データを終端で折り返し，そのまま点列をたどる形で始点まで点を増加させることで閉曲線の点列を作成する．ここで閉曲線にする理由としては，フーリエ級数展開によって点列を数式化する際，始点と終点が離れているとそれらをつなごうとして点列が両端で波打ってしまうためである．

各ストロークに対してスプライン補間の処理を施したのち，フーリエ級数展開により媒介変数 t を用いた数式として実現する．これにより，t（$0 \leqq t \leqq \pi$）における座標は，

$$\begin{cases} x = g_1(t) \\ y = g_2(t) \end{cases}$$

として表される．このとき，$g_i(t)$（$i = 1, 2$）は周期関数ではないが，

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

となるように周期関数として立式することができる．ストロークの「折れ」や「はね」についても急な曲がり方をした滑らかな曲線と見なせることから，$g_i(t)$ はフーリエ級数として表現可能である．すなわち，

$$g_i(t) = \frac{a_{i,0}}{2} + \sum_{n=1}^{\infty}(a_{i,n}\cos nt + b_{i,n}\sin nt)$$

と表すことができる．ここで，$a_{i,n}$ と $b_{i,n}$ は，

$$\begin{cases} a_{i,n} = \dfrac{1}{\pi}\displaystyle\int_{-\pi}^{\pi} g_i(t)\cdot\cos nt\,dt \\ b_{i,n} = \dfrac{1}{\pi}\displaystyle\int_{-\pi}^{\pi} g_i(t)\cdot\sin nt\,dt \end{cases}$$

として求めることができる．また，座標のデータは離散であるが，上記の式は座標が等間隔に並んでいるとすると，$a_{i,n}$ と $b_{i,n}$ を求める積分を和の近似によって表すことができる．この手法によって媒介変数表示された各ストロークの数式を得ることができる．

次に，付与する数式を媒介変数 t，s を用いて，

$$\begin{cases} x_{add} = h_1(t, s) \\ y_{add} = h_2(t, s) \end{cases}$$

と表す．この数式における t は手書き文字を数式として表現する際に用いる t と同様に $-\pi \leqq t \leqq \pi$ の範囲をとる．s はエフェクトの変化が開始してからの時間を表しているため，ある t の値に着目した場合でも s の値が増加するにつれて点の座標も移動することになる．

さて，このとき元の手書き文字の数式にエフェクト付与のための数式を付与するには，手書き文字の t における法線ベクトルを導出し，その値とエフェクト付与のための数式を掛け合わせることにより計算することになる．

ここで，t における手書き文字の法線ベクトルは $(-g_2'(t), g_1'(t))$ となる．つまり，生成されるストロークの各座標は，

$$\begin{cases} x_{wave}(t, s) = g_1(t) + \dfrac{-g_2'(t)}{\sqrt{(g_1'(t))^2 + (g_2'(t))^2}}h_1(t, s) \\ y_{wave}(t, s) = g_2(t) + \dfrac{g_1'(t)}{\sqrt{(g_1'(t))^2 + (g_2'(t))^2}}h_2(t, s) \end{cases}$$

となる．なお，$f_i(t)$ は三角関数で表されているため，$g_i(t)$ を t について微分すると，

$$g_i'(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n(-a_{i,n}\sin nt + b_{i,n}\cos nt)$$

となり，計算が容易である．

3.2　波状エフェクト用の数式生成手法

手書き文字に付与するエフェクトの数式としては，媒介変数表示されているものであれば任意のものを付与可能である．ここで，数式は各ストロークに合うようにするため，事前に t を $-\pi$ から π の値で 1 周期となるよう正規化する．

はじめに，

$$h(t, s) = A\sin 2(t + s)\pi f$$

のように，波形の振幅 A，周波数 f を含めた基本的な数式を用意しておき，これらのパラメータを調節することで数式を生成する．上記の式を用いた場合，手書き文字の各ストロークを軸とした波が，s の値の変化によって端から端へ移動していくようなエフェクトが生成可能である．

また，生成されたストロークを $-\pi \leqq t \leqq \pi$ の範囲において描画すると重複して描画されてしまうため，ここでは $0 \leqq t \leqq \pi$ の範囲のみ描画するものとする．

本手法において，各ストロークの位置や元の入力ストロークを軸としたときの波形は数式を操作することによって変更することが可能である．また，t の値に応じて描画の有無を切り替えることにより，ストロークにエフェクトを付与しつつ点線として描画することも可能である．

一方，本手法においては手書き文字が暑さで溶けたり蒸発したりといったような，手書き文字の概形によらないより高度なエフェクトの付与は不可能である．

4.　プロトタイプシステム

本提案手法による手書き文字へのエフェクトを生成可能

© 2018 Information Processing Society of Japan

図 3　文章作成用ページ

Fig. 3　The web page for creating handwritten sentences and effects.

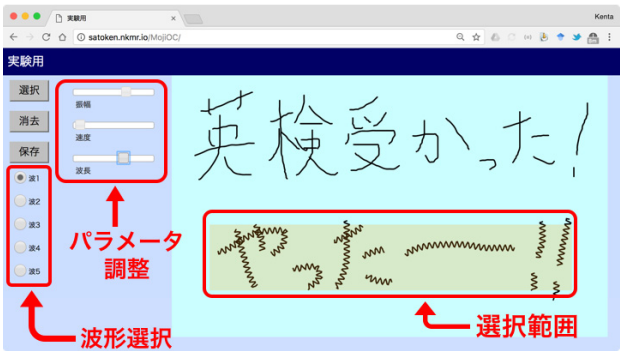


図 4　エフェクト付与のための範囲選択

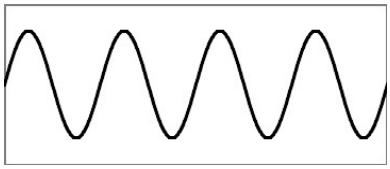
Fig. 4　Selecting a part of handwritten message to add effect.

とするプロトタイプシステムを実装した．プロトタイプシステムは JavaScript，PHP および MySQL を用いて実装した．本システムはブラウザ上で動作し，手書きによって作成した文章に波状エフェクトの付与を可能とするものである．

システムの動作例は図 **3**，図 **4** のとおりである．横 1,000 ピクセル × 縦 600 ピクセルのキャンバスでの手書きメッセージ入力を可能としている．

メッセージを書いた後に選択ボタンを押すと，図 4 のようにキャンバスの背景が水色となる．この状態でドラッグ操作を行うことにより，エフェクト付与の編集対象とするストローク群を選択することができる．このときにスライダおよび波形選択ボタンを操作することでエフェクトの状態を変更することができる．

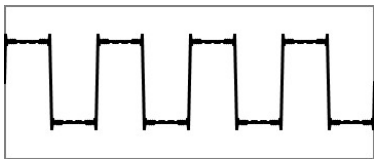
画面左側にはスライダが設置されており，上から順にストロークの波形エフェクトの振幅，移動速度，波長を調節することができる．本プロトタイプシステムでは，波形のスタイルは図 **5**，図 **6**，図 **7**，図 **8**，図 **9** に示す 5 種類の数式を用意しておりそれぞれについてボタンが 1 つずつ設置されている．なお，図 6〜8 の波形は複数のサイン波の足し合わせによって実現しているため，加算回数 m の値が大きすぎると数式の加算処理に時間を要し，エフェクトの処理が重くなってしまう．そこで，$m = 5$ とすることによって図 6〜8 のような波形を実現させつつ処理が重くならないようにした．



$$g(t,s) = A \sin 2\pi f(t+s)$$

図 5　サイン波

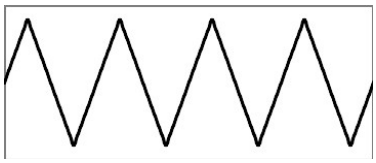
Fig. 5　Sine wave.



$$g(t,s) = \frac{4}{\pi} A \sum_{k=1}^{m} \frac{\sin\{(2k-1)2\pi f(t+s)\}}{2k-1}$$

図 6　矩形波

Fig. 6　Square wave.



$$g(t,s) = \frac{8}{\pi^2} A \sum_{k=1}^{m} \sin\left(\frac{k\pi}{2}\right) \frac{\sin\{2\pi k f(t+s)\}}{k^2}$$

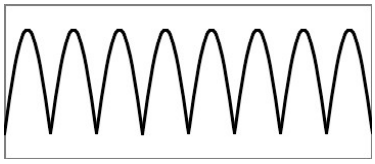
図 7　三角波

Fig. 7　Triangle wave.

$$g(t,s) = \frac{2}{\pi} A \sum_{k=1}^{m} \frac{\sin\{2\pi k f(t+s)\}}{k}$$

図 8　鋸歯状波

Fig. 8　Saw tooth wave.



$$g(t,s) = A\,|\sin 2\pi f(t+s)|$$

図 9　サイン波の絶対値

Fig. 9　The absolute value of sine wave.

© 2018 Information Processing Society of Japan

送信ボタンを押すと，各ストロークの点列座標およびエフェクトのパラメータがサーバ上に保存される．また，エフェクトの付与された手書き文章が GIF として出力されるため，それを利用することにより手軽にソーシャルネットワークサービスで利用することが可能となっている．

なお，3 個のスライダで調節できる範囲は以下のとおりである．なお，波の移動方向はストロークの入力方向と同じである．

- 振幅：0〜20 ピクセル
- 速度：12〜600 ピクセル毎秒
- 周波数：1〜100 ピクセル

5.　エフェクト付き文章に関する実験

提案手法によって生成されたエフェクト付きの手書き文章の有用性を示すために，以下の 2 つの仮説を検証する．

- 素の文章表現よりも提案手法（手書き文字への静的エフェクト付与，動的エフェクト付与）による文章表現の方が，文章の印象を増幅して伝えられる（**仮説 1**）．
- 手書きによる文章表現よりも提案手法（手書き文字への静的エフェクト付与，動的エフェクト付与）による文章表現の方が，文章の印象を増幅して伝えられる（**仮説 2**）．

本実験では，プルチックの感情の輪に基づく 8 つの印象 [24] に関する素の文章，および提案手法を用いた手書き文章のデータセットを構築した．その後，そのデータセットに対する印象評価実験を行った．プルチックの感情の輪とは，一次印象と呼ばれる人間の基本的な 8 種類の印象を定義した言葉を円の形に並べたものであり，このモデルは主に感性工学の分野 [25] で用いられることが多い．この一次印象のうち，印象の強度が中程度である「喜び」「信頼」「心配」「驚き」「悲しみ」「嫌悪感」「怒り」「期待」の 8 つの印象をデータセット構築に用いるものとした．プルチックの感情の輪を**図 10** に示す．

5.1　文章データセット構築

文章データセット構築で対象とする文章は，Twitter や Facebook といった SNS のように，多数のつながりのあるユーザに見てもらうことを想定して，**表 1** のように 8 つを選定した．なお，それらの文章を選定した理由は括弧内に示すとおりである．また，文章データセット構築の協力者（以下，データセット構築者）は，明治大学総合数理学部に所属する 20〜22 歳の学生 5 人（男性 4 人，女性 1 人）であり，Twitter や Facebook といった SNS で多数の友人・知人などに発信するシチュエーションを想定して作成してもらった．

エフェクト付き手書き文章においては，先述のプロトタイプシステムと，Wacom 製のペンタブレット CTH-480 および CTE-450 を使用して構築してもらった．ここで，ど

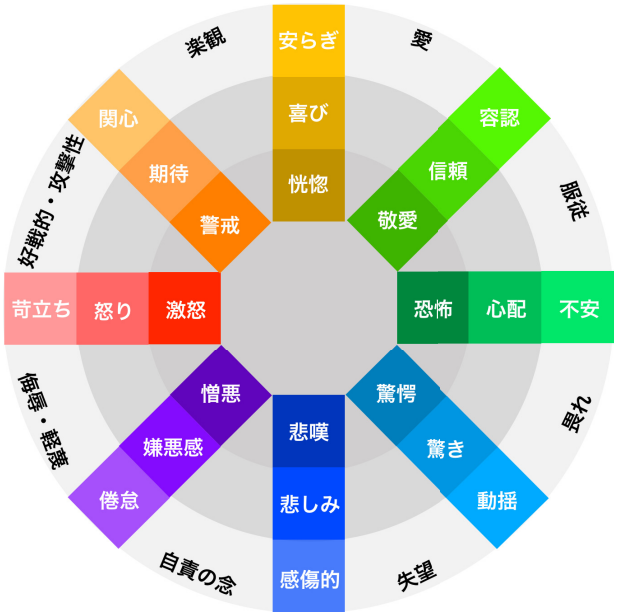


図 10　プルチックの感情の輪
Fig. 10　Plutchik's wheel of emotions.

表 1　実験で作成する文章
Table 1　Sentences to write on the experiment.

印象	文章とその表現
喜び	英検 2 級に受かった！やったー！ (「やったー」という単語でユーザの喜ぶ様子を表現)
信頼	明日の試合絶対勝ってほしい！ (特定の選手・チームに対する信頼を表現)
心配	電車遅れてるし講義間に合わないかも... (講義に遅刻して成績が下がるのではないかという心配・焦りを表現)
驚き	こんなすごいイルミネーション見たことない！ (未知のものを見た時の驚嘆・感激を表現)
悲しみ	お隣さんが今月で引っ越しちゃうし寂しくなるなあ (馴染みのあった人と会えなくなってしまう虚しさを表現)
嫌悪感	明日 6 コマも受ける気力ないからサボりたい (講義に出席しなければならないが面倒だという葛藤を表現)
怒り	コンビニで傘盗まれたし腹立つ！ (自分の持ち物を盗んだ人間が許せないという怒りを表現)
期待	AKB の重大発表めっちゃ気になる！ (ごく近い将来に発生しうる出来事について考えをめぐらす緊張感を表現)

の順番で文章を作成するかについてはランダムとし，データセット構築者には，この 8 種類の文章についてそれぞれ指定された印象が感じられるように文章を作成するよう依頼した．なお，システムについては慣れるまで事前に操作してもらった．

また，文章の意味から感じられる印象の評価値を調べ，各手法による印象との差分を検証するため，**図 11** に示す

© 2018 Information Processing Society of Japan

英検2級に受かった！やったー！

図 11　ベースラインの文章の例
Fig. 11　Example of baseline sentences.

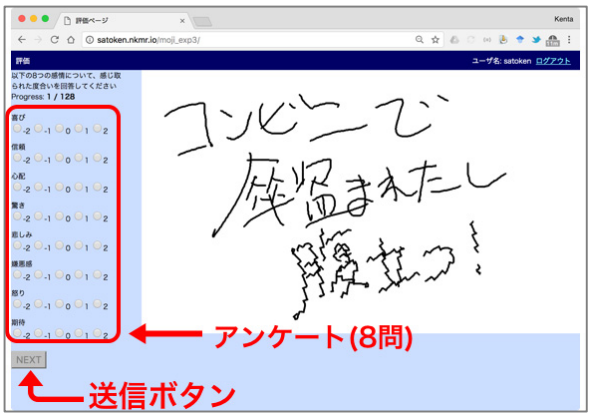


図 12　文章の印象評価用ページ
Fig. 12　The web page for evaluating impressions of message.

ようなベースラインとなる 8 パターンの文章を著者自身で作成した．なお，ベースラインの手法で用いたフォントはヒラギノ角ゴシック体であり，文字のサイズは 40 ピクセルである．

本実験で構築したデータセットは（http://satoken.nkmr.io/moji_exp3/dataset/）で閲覧が可能である．

5.2　実験内容と手続き

前節のデータセット構築を行っていない，同大学総合数理学部および同大学大学院先端数理科学研究科に所属する 19〜23 歳の学生 20 人（男性 17 人，女性 3 人）に文章データセットを評価してもらった．なお，評価を行ってもらうために，**図 12** に示すような評価用 Web システムを開発し，このページ上で行ってもらうものとした．

評価者に評価してもらう内容は，以下の 4 パターンからなる文章データセットである．

- 著者の作成した文章（**ベースライン**）
- 点列データにいずれのパラメータも付与されていない手書き文章（**比較手法**）
- 点列データに振幅・周波数のパラメータを付与し，静的エフェクトを有する文章（**提案手法（$t = 0$）**）
- 点列データに振幅・周波数・速さのパラメータを付与し，動的エフェクトを有する文章（**提案手法（$t > 0$）**）

なお，後に示す図 14〜21 および表 2 においては，提案手法（$t = 0$），（$t > 0$）をそれぞれ提案手法 1（手書き文字への静的エフェクト付与），提案手法 2（手書き文字への動的エフェクト付与）と表記する．

ここでは，比較手法および提案手法 1，2 で表示する文章には同じ点列データおよびパラメータを用いており，パラメータ付与の有無によって比較を行うものとする．

各評価者には，5（人）× 8（パターンの文章）× 3（パターンの手法）= 120 パターンの文章に加えて，ベースラインの文章 8 パターンを評価してもらうため，合計 128 パターンの文章を評価してもらった．評価者は，評価用サイト上でランダムに提示される文章について，「喜び，信頼，心配，驚き，悲しみ，嫌悪感，怒り，期待の 8 つの印象が感じ取られた度合いはどの程度か」という質問について，5 段階のリッカート尺度（「まったく感じない」「やや感じない」「どちらともいえない」「やや感じる」「かなり感じる」がそれぞれ −2〜2 に対応）で評価をつけていく．回答をすべて埋めた後に下部の NEXT ボタンを押すと回答データがサーバのデータベースへと送信され，次の文章の評価へと移ることができる．すべての文章に対し回答を終えると作業終了を知らせるページにジャンプし，評価の作業は完了となる．なお，提示されている文章がどの印象を付与したものかは評価者に教示しなかった．

評価者には作業中はヘッドホンを装着したうえで進めてもらった．また，作業時間は合計で 1 時間半程度を要すると考えたため，評価者には任意のタイミングで休憩をはさむことや，複数日にわたって実施することを許可した．その際は必ず右上のリンクからログアウトし，作業を再開するときに再ログインするように教示した．

5.3　実験結果

データセット構築者および著者が作成した文章の平均評価値を印象および手法ごとに分けて**表 2** に示す．なお，カッコ内の数字は評価値の分散値を示している．平均値が 0.5 以上かつ 1 未満のところは，その印象が感じ取られていた傾向にあることを示すために，セルを黄色く塗りつぶしてある．値が 1 以上のところは特にその傾向が強いことを示すためにセルを赤色で塗りつぶしてある．

また，表 2 の評価値のうち，データセット構築者の付与した印象と同じ印象の評価値のみを抜き出したものを**図 13** に示す．**図 14**，**図 15**，**図 16**，**図 17**，**図 18**，**図 19**，**図 20**，**図 21** は図 13 のグラフを印象ごとに分け，各手法間における平均評価値の有意差の有無を示したものである．なお図 14〜21 においては，各印象について，手法ごとの評価値に対して一元配置分散分析を行い，有意水準 1%で有意差がある場合に「**」という記号を用いて示している．また，エラーバーは標準誤差を示している．また，この対比較における検定手法には HSD 法を用いた．

図 14〜21 の結果をふまえ，まず仮説 1 が各印象について成り立つかどうか検証する．各印象について，ベースライン（素の文章表現）の評価値と提案手法 1（手書き文字への静的エフェクト付与）の評価値に対して一元配置分散分析を行った．その結果，驚き（図 17），悲しみ（図 18），怒り（図 20）の文章において有意水準 1%で提案手法 1 の平均評価値が有意に高くなっていることが分かった．また，

© 2018 Information Processing Society of Japan

表 2　印象別・手法別の各評価値の平均

Table 2　The averages of each evaluation about each emotion and method.

評価者が評価した印象

データセット構築者が付与した印象

		喜び	信頼	心配	驚き	悲しみ	嫌悪感	怒り	期待
喜び	ベース	1.05 (0.25)	-0.85 (1.13)	-1.15 (0.93)	-0.35 (1.43)	-1.45 (0.65)	-1.45 (0.75)	-1.35 (0.83)	-0.50 (1.15)
	比較手法	1.32 (0.42)	-0.60 (1.28)	-1.32 (0.76)	0.27 (1.18)	-1.46 (0.63)	-1.45 (0.69)	-1.39 (0.78)	-0.38 (1.52)
	提案手法1	1.43 (0.51)	-0.51 (1.29)	-1.22 (0.95)	0.58 (1.02)	-1.47 (0.67)	-1.37 (0.99)	-1.40 (0.84)	-0.24 (1.62)
	提案手法2	1.50 (0.43)	-0.63 (1.21)	-1.25 (0.89)	0.64 (1.19)	-1.37 (0.75)	-1.21 (1.17)	-1.38 (0.78)	-0.28 (1.52)
信頼	ベース	-0.45 (1.05)	0.20 (1.06)	-0.65 (0.83)	-0.90 (1.19)	-1.20 (0.86)	-1.25 (0.89)	-1.15 (0.83)	1.10 (0.39)
	比較手法	-0.40 (1.36)	0.46 (1.27)	-0.57 (1.43)	-1.08 (0.89)	-1.34 (0.76)	-1.36 (0.79)	-1.29 (0.87)	1.02 (0.52)
	提案手法1	-0.46 (1.11)	0.34 (1.26)	-0.31 (1.67)	-0.94 (1.12)	-1.29 (0.81)	-1.27 (0.90)	-1.17 (1.08)	1.17 (0.42)
	提案手法2	-0.56 (1.03)	0.49 (0.95)	-0.03 (1.37)	-0.90 (1.29)	-1.15 (1.09)	-1.15 (1.05)	-1.17 (1.00)	1.22 (0.45)
心配	ベース	-1.45 (0.55)	-1.10 (0.99)	1.25 (0.49)	-1.30 (0.71)	0.50 (1.25)	-0.40 (1.74)	-0.85 (1.23)	-1.20 (0.76)
	比較手法	-1.23 (0.84)	-1.17 (0.86)	0.50 (0.97)	-1.06 (0.86)	0.42 (0.84)	-0.36 (1.25)	-0.79 (1.13)	-1.11 (1.06)
	提案手法1	-1.45 (0.59)	-1.28 (0.72)	1.11 (0.44)	-1.10 (1.07)	0.81 (0.97)	-0.23 (1.56)	-0.83 (1.42)	-1.20 (0.84)
	提案手法2	-1.21 (0.95)	-1.29 (0.83)	1.11 (0.96)	-0.87 (1.31)	0.83 (1.24)	-0.24 (1.80)	-1.05 (1.13)	-1.06 (1.06)
驚き	ベース	0.50 (0.65)	-0.65 (1.23)	-1.25 (0.79)	0.50 (0.35)	-1.35 (0.73)	-1.50 (0.65)	-1.35 (0.83)	-0.40 (1.04)
	比較手法	0.75 (0.57)	-0.58 (1.22)	-1.29 (0.81)	0.86 (0.54)	-1.34 (0.82)	-1.31 (0.83)	-1.35 (0.81)	-0.18 (1.67)
	提案手法1	0.41 (1.08)	-0.86 (1.24)	-1.12 (1.07)	1.15 (0.61)	-1.13 (1.11)	-0.98 (1.50)	-1.16 (1.05)	-0.35 (1.59)
	提案手法2	0.93 (1.13)	-0.59 (1.44)	-1.15 (1.09)	1.46 (0.67)	-1.36 (0.75)	-1.03 (1.47)	-1.33 (0.84)	-0.10 (1.87)
悲しみ	ベース	-1.05 (1.05)	-1.15 (0.93)	0.00 (1.30)	-1.15 (0.83)	0.70 (0.41)	-0.90 (1.19)	-1.20 (0.86)	-1.00 (1.30)
	比較手法	-1.32 (0.70)	-1.16 (0.87)	0.22 (1.15)	-1.10 (0.93)	1.02 (0.54)	-0.88 (1.35)	-1.29 (0.87)	-1.19 (0.93)
	提案手法1	-1.39 (0.70)	-1.19 (0.85)	0.37 (1.53)	-0.99 (1.09)	1.28 (0.66)	-0.51 (1.83)	-1.27 (0.88)	-1.14 (1.00)
	提案手法2	-1.38 (0.80)	-1.18 (0.93)	0.54 (1.49)	-0.76 (1.46)	1.14 (1.12)	-0.59 (1.72)	-1.29 (0.85)	-1.18 (1.05)
嫌悪感	ベース	-1.30 (0.81)	-1.05 (0.85)	-0.85 (1.33)	-1.35 (0.73)	-0.05 (1.95)	0.35 (0.93)	-0.85 (1.33)	-0.95 (1.45)
	比較手法	-1.38 (0.70)	-1.18 (0.93)	-0.56 (1.35)	-1.28 (0.80)	-0.04 (1.50)	0.51 (1.21)	-0.79 (1.31)	-0.83 (1.38)
	提案手法1	-1.43 (0.65)	-1.17 (0.88)	-0.27 (1.66)	-1.09 (1.08)	0.47 (1.43)	0.58 (1.42)	-0.94 (1.22)	-0.84 (1.35)
	提案手法2	-1.40 (0.72)	-1.25 (0.89)	-0.41 (1.52)	-1.11 (1.00)	0.35 (1.65)	0.73 (1.50)	-0.89 (1.44)	-0.69 (1.57)
怒り	ベース	-1.50 (0.75)	-1.25 (0.89)	-0.75 (1.49)	-0.90 (1.29)	-0.20 (1.06)	0.40 (1.34)	0.90 (0.29)	-1.25 (0.89)
	比較手法	-1.42 (0.74)	-1.24 (0.90)	-0.76 (1.20)	-0.12 (1.37)	-0.27 (1.20)	0.63 (1.31)	1.25 (0.51)	-1.24 (0.82)
	提案手法1	-1.44 (0.69)	-1.20 (0.94)	-0.83 (1.22)	-0.01 (1.61)	-0.19 (1.33)	1.31 (0.57)	1.70 (0.23)	-1.31 (0.81)
	提案手法2	-1.48 (0.63)	-1.29 (0.87)	-0.87 (1.23)	-0.05 (1.71)	-0.06 (1.32)	1.31 (0.65)	1.57 (0.39)	-1.29 (0.83)
期待	ベース	0.00 (0.80)	-0.45 (1.25)	-1.05 (1.15)	-0.05 (0.85)	-1.35 (0.73)	-1.30 (0.81)	-1.30 (0.81)	0.55 (0.85)
	比較手法	-0.11 (1.10)	-0.27 (1.30)	-0.37 (1.43)	-0.22 (1.47)	-1.18 (0.91)	-1.26 (0.81)	-1.25 (0.85)	0.98 (0.40)
	提案手法1	-0.53 (1.23)	-0.72 (1.08)	-0.11 (1.88)	-0.35 (1.43)	-1.03 (1.21)	-0.91 (1.36)	-1.26 (0.77)	0.77 (0.80)
	提案手法2	-0.21 (1.37)	-0.53 (1.23)	0.14 (1.94)	-0.24 (1.64)	-0.95 (1.29)	-0.89 (1.50)	-1.30 (0.77)	0.93 (1.27)

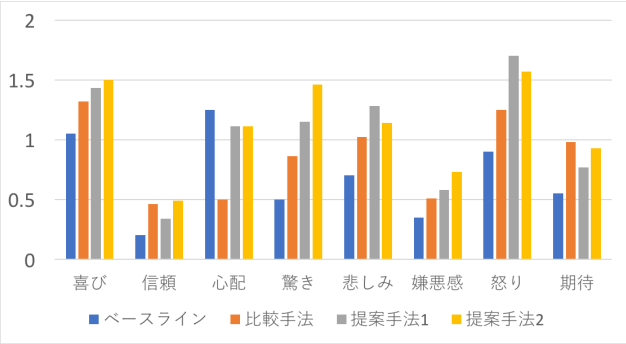


図 13　それぞれの印象の評価値平均

Fig. 13　The average evaluation value of each impression.

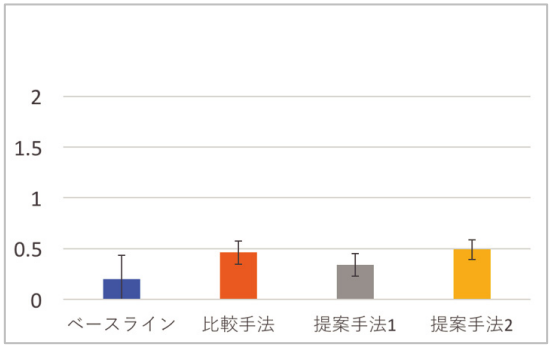


図 15　「信頼」の印象の平均評価値

Fig. 15　The average evaluation value of trust in each method.

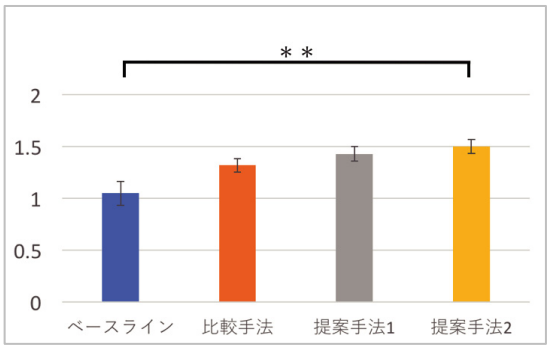


図 14　「喜び」の印象の平均評価値

Fig. 14　The average evaluation value of joy in each method.

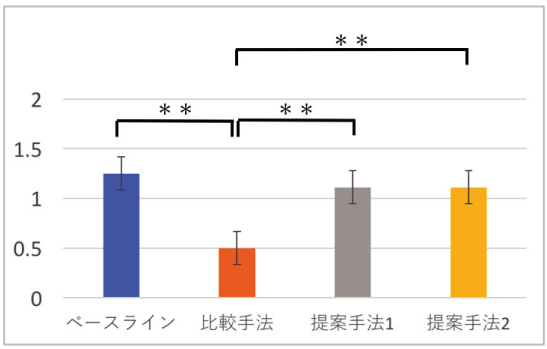


図 16　「心配」の印象の平均評価値

Fig. 16　The average evaluation value of fear in each method.

© 2018 Information Processing Society of Japan

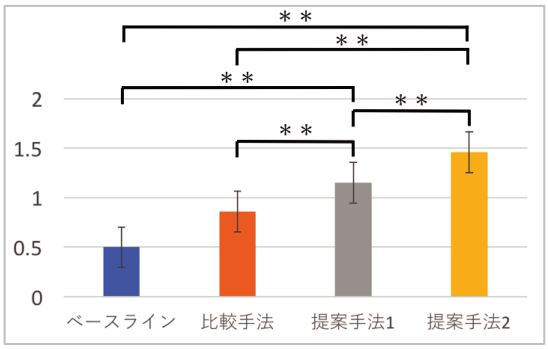


図 17 「驚き」の印象の平均評価値
Fig. 17 The average evaluation value of surprise in each method.

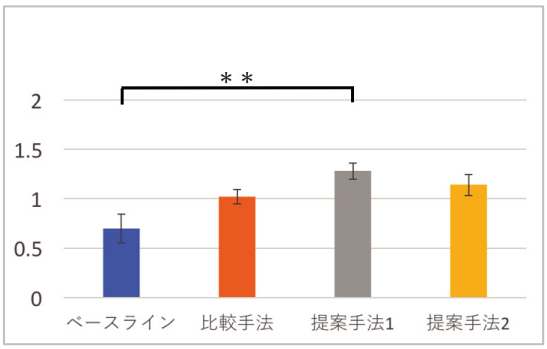


図 18 「悲しみ」の印象の平均評価値
Fig. 18 The average evaluation value of sadness in each method.

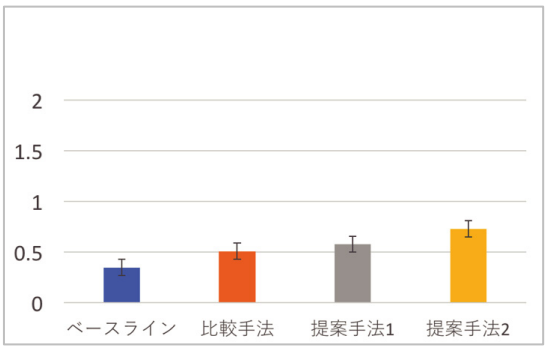


図 19 「嫌悪感」の印象の平均評価値
Fig. 19 The average evaluation value of disgust in each method.

ベースラインの評価値と提案手法 2（手書き文字への動的エフェクト付与）の評価値に対しても同様に一元配置分散分析を行ったところ，喜び（図 14），驚き（図 17），怒り（図 20）の文章において有意水準 1%で提案手法 2 の平均評価値が有意に高くなっていることが分かった．このことから，「素の文章表現よりも提案手法を用いた文章表現のほうが文章の印象を増幅して伝えられる」という仮説は，プルチックの感情の輪における一次印象 8 種のうち，静的エフェクトの場合，驚き，悲しみ，怒りの 3 種について，動的エフェクトの場合，喜び，驚き，怒りの 3 種について

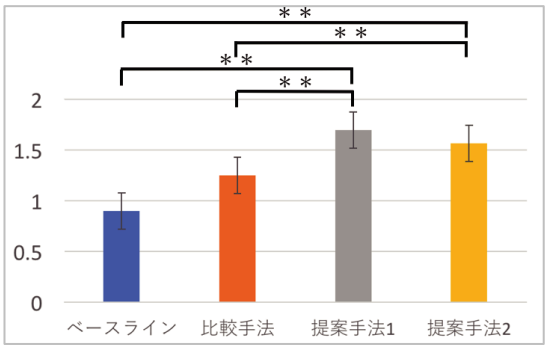


図 20 「怒り」の印象の平均評価値
Fig. 20 The average evaluation value of anger in each method.

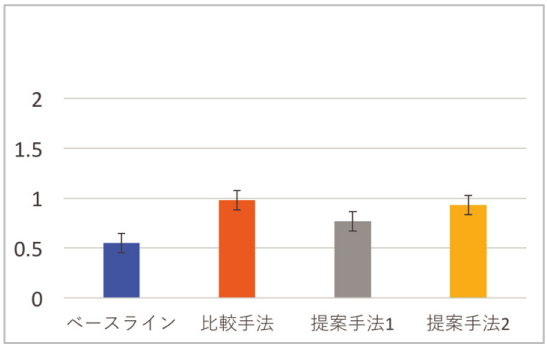


図 21 「期待」の印象の平均評価値
Fig. 21 The average evaluation value of anticipation in each method.

成り立つことが明らかになった．

次に，仮説 2 が各印象について成り立つかどうか検証する．図 14～21 より，各印象について，比較手法（手書き文字）の評価値と提案手法 1（手書き文字への静的エフェクト付与）の評価値に対して一元配置分散分析を行った．その結果，心配（図 16），驚き（図 17），怒り（図 20）の文章において有意水準 1%で提案手法 1 の平均評価値が有意に高くなっていることが分かった．また，比較手法の評価値と提案手法 2（手書き文字への動的エフェクト付与）の評価値に対しても同様に一元配置分散分析を行ったところ，心配（図 16），驚き（図 17），怒り（図 20）の文章において有意水準 1%で提案手法 2 の平均評価値が有意に高くなっていることが分かった．このことから，「手書きの文章表現よりも提案手法を用いた文章表現のほうが文章の印象を増幅して伝えられる」という仮説は，プルチックの感情の輪における一次印象 8 種のうち，エフェクトの動きの有無にかかわらず，心配，驚き，怒りの 3 種について成り立つことが明らかとなった．

ここで，提案手法 2（手書き文字への動的エフェクト付与）の評価値と提案手法 1（手書き文字への静的エフェクト付与）の評価値に対して一元配置分散分析を行ったとき，提案手法 2 の評価値が有意水準 1%で有意に高くなっているのは驚きの印象のみであった．つまり，驚きの印象を込めた文章のみ，動的エフェクトを与えることでさらに印象

© 2018 Information Processing Society of Japan

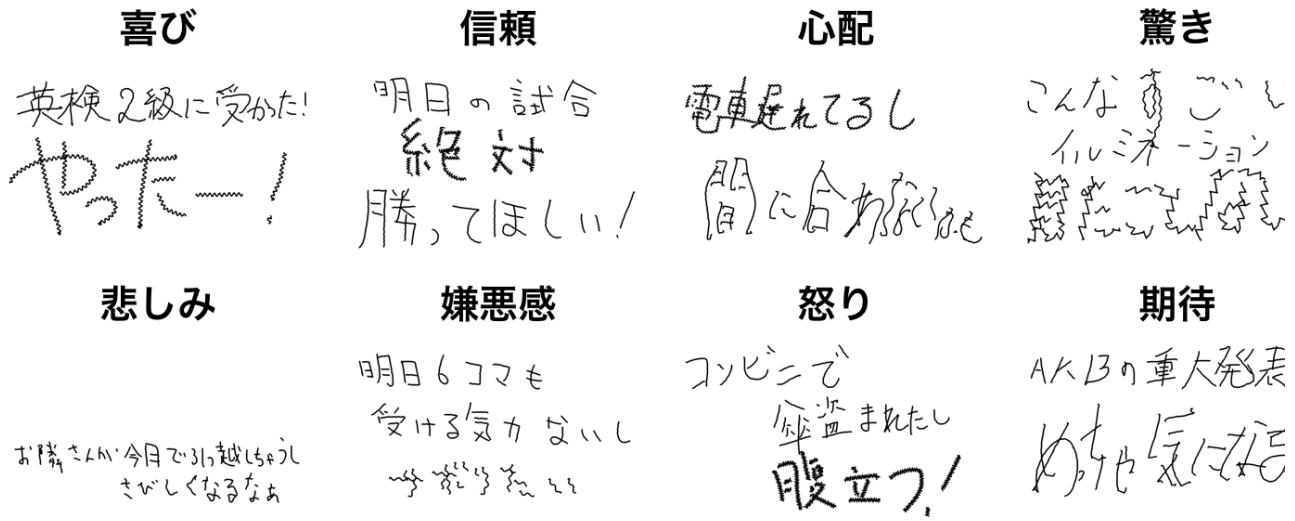


図 22　各印象で最も高い平均評価値を得た文章表現
Fig. 22　The most highly evaluated expression of messages in each emotion.

が増幅可能であるといえる．一方，他の印象に関する文章については，提案手法 1，2 の評価値に対して一元配置分散分析を行っても有意な差が見られないことから，今回用意した波状エフェクトを利用するだけでは，どの印象に関しても手書き文章に動的エフェクトを付与することが印象の増幅につながるとはいえないことが分かる．この点については，今後手法やプロトタイプシステムを改良することによって，印象増幅が可能かどうかを検討予定である．

また，各印象について，付与されたものと同じ印象の評価値の平均が最も高かったものを図 **22** に示す．ここで，平均評価値が最も高いものが複数ある場合は，評価値の分散の小さい方を示している．これは，分散が小さい値であるほど，平均評価値の信頼性が高いと考えられるためである．

6.　考察

表 2 および図 14〜21 の結果をふまえて考察を行う．

まず喜びの印象について考察する．「やったー！」という部分がそれ以外の部分よりも大きく書かれる傾向にあったことから，文字を大きく書くことは激しい印象を与えることにつながると考えられる．また，提案手法 2 によって作成した文章には，いずれも「やったー！」という言葉に秒速 13 ピクセル以上の速い動的エフェクトが付与されており，これが喜びを増幅させたと考えられる．

次に信頼の印象について考察する．すべての手法において文章から同印象がわずかにしか感じられないという結果になった．付与されたパラメータにも傾向はみられなかったことから，データセット構築者が信頼のイメージをうまくとらえることができず，パラメータでの表現の仕方に個人差がでてしまったと考えられる．また，どの手法においても期待の印象が感じられる傾向にあった．これは，もともと著者の選定した文章に「勝ってほしい」という他者への期待・希望が込められた言葉が含まれていた可能性があげられる．

次に心配の印象について考察する．いずれの文章もベースライン手法よりも大きく書かれており，遅刻してしまうことへの心配な印象の増幅が阻害されたため，比較手法の評価値が下がったと思われる．提案手法 1 の評価値は比較手法より高くなっていたが，振幅のパラメータは平均 2.6 ピクセルと低くなっていたことから，低い振幅を付与したことが心配の印象の表現につながったと考えられる．さらに，提案手法 2 において悲しみの印象も感じられるようになった．これらの印象のパラメータの平均値は互いに近い値であったことから，データセット構築者にとって心配と悲しみの印象はどちらもネガティブで穏やかな印象として解釈されたことが原因と考えられる．

次に驚きの印象について考察する．提案手法 1 が比較手法より有意に伝わりやすくなったが，5 個中 4 個の文章において三角波，鋸歯状波，サイン波の絶対値のいずれかが付与されていた．つまり，尖った部分を持つ波が驚きの印象を増幅させた可能性が考えられる．さらに，提案手法 2 は提案手法 1 よりも有意に伝わりやすくなった．5 文章すべてに対し平均 30 ピクセル毎秒の速い動的エフェクトが付与されており，未知のものを目の当たりにしたときの感情の激しさを表現するのに適していることがうかがえる．

次に悲しみの印象について考察する．提案手法 1 が比較手法と比べて 1%有意で伝わりやすくなったが，同手法では平均で振幅 3 ピクセル，周波数 20 のサイン波またはサイン波の絶対値の波形が付与されていた．つまり，いずれの文章データも活力のないメッセージとして表現されており，悲しみの印象が伝わったと考えられる．また，速度パラメータはすべて 4.8 ピクセル/秒以下と低速であったにも

© 2018 Information Processing Society of Japan

かかわらず，提案手法 2 の平均評価値は，提案手法 1 よりも下がった．心配の印象においても提案手法 1 の評価値が最も高かったことを加味すると，波形に動的エフェクトを与えることは穏やかな印象につながらないと考えられる．

次に嫌悪感の印象について考察する．いずれのパラメータも設定範囲が広く，特に波形に関してはユーザに 4 種類の異なる波形が選択されたことから，嫌悪感の表現の仕方は人によって異なることがうかがえる．また，提案手法 2 を用いることで悲しみの評価値が負から正に転じており，振幅と周波数の小さい緩やかな波形が付与されたものがほとんどであった．つまり，これらの要素が静かな印象を表現するための原因となり，悲しみの印象が感じ取られたと考えられる．

次に怒りの印象について考察する．振幅と周波数のパラメータはそれぞれ 2.6〜9.0 ピクセル，25〜100 と傾向がみられない一方，波形については 5 人中 4 人が矩形波，三角波，鋸歯状波のいずれか，すなわち角を持つ波を付与していた．つまり，角を持つ波形を付与することによって怒りを増幅させることが可能と考えられる．一方で，「腹立つ！」の部分に平均 43.2 ピクセルと速い動的エフェクトが付与されていたが，書き手の真に怒っている気持ちの増幅を阻害してしまったと考えられる．また，提案手法 1 における嫌悪感の評価値にも上昇が見られたが，嫌悪感と怒りのパラメータに似た傾向はみられなかったため，評価者が元の文章から嫌悪感を感じ取っていたと思われる．

次に期待の印象について考察する．提案手法 2 の評価値が比較手法を上回ることはなく，与えられたパラメータは文章によって大きく差があった．これは信頼や嫌悪感の印象と同様，データセット構築者が期待という印象語をうまくイメージできなかったためと思われる．

最後に考察のまとめを行う．まず，文字が大きい文章，動的エフェクトの速度が速い文章は激しい印象を持つ傾向にあるといえる．また，喜び，心配，悲しみ，怒りなど，ベースラインの文章からすでにある程度感じられる印象については，提案手法 2 を利用することでおおむね増幅されているといえる．一方，ベースラインの文章からでは感じづらい印象については，どの手法を利用しても平均評価値に開きがあり，どのようなパラメータの組合せで印象を伝えようとするかは人によって異なることがうかがえる．

7. おわりに

本研究ではオンラインの手書き文字のストロークを波状に変形することで豊かな表現を行うことを目的として，手書き文字を数式化し，その数式に波状エフェクトを表す数式を加えることによってエフェクト付きの文章を生成する手法を提案した．また，その有用性を調べるために，プロトタイプシステムを利用したデータセット構築を行った後，プルチックの感情の輪に基づく評価実験を行った．

図 23 音声の波形を付与した例
Fig. 23 Example of an animated handwritten character.

実験結果より，手書き文字に対して波状エフェクトを付与する本手法によって以下のことが明らかになった．

- 喜び，驚き，悲しみ，怒りの印象に関して，素の文章表現を行う場合よりも文章の印象を増幅して伝えられるようになる．
- 心配，驚き，怒りの印象に関して，手書きの文章表現を行う場合よりも文章の印象を増幅して伝えられるようになる．

今後の課題としては，提案システムにおいてエフェクトを付与するためのパラメータ群をテンプレートとしてあらかじめ用意しておき，ユーザが文章の作成に費やす時間を短縮することを検討している．また，今回用いた 8 つの印象語は，プルチックの感情の輪における一次印象のうち，感情の強度が中程度とされる語を利用したが，これらの語だけではデータセット構築者が印象を理解するには不十分であったと考えられる．今後データセット構築を行う際は，一次印象の強度が弱および強に位置する単語を考慮することで，データセット構築者が印象の理解を容易にすることを検討している．

本研究で述べた手法では，エフェクト付与用の数式を単純なサイン波およびその組合せによる波形としてあらかじめ用意し，ユーザに選択してもらった．こうした数式を別のものに変えることによって，新たなエフェクト表現が可能になると期待される．たとえば，マイクから取得した音の音量や周波数の変化，光量や圧力の変化，画像をスペクトル分解したものやデバイスの速度や加速度の変化，傾きなど様々なアナログ値を入力とし，一定期間の入力値の変化を動的エフェクトに利用すると，**図 23** のような文字表現が可能となる．こうした手法の可能性についても今後検討を行っていく予定である．

本研究で提案するシステムを利用することで，文字を自分の意図したとおりに動かすことの面白さを追求するようになると期待される．これにより，Web を通じて知人や家族に宛てた手紙，誕生日カード，クリスマスカードおよび年賀状などを作る際，文章に対する制作意欲を高めることができると我々は考えている．すなわちこれは，手書きで文章を制作する機会の増加にもつながることが期待される．

© 2018 Information Processing Society of Japan

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] 本田達矢，広瀬信之，森 周司：色とフォントの組み合わせによる日本語文字の印象の変化，電気情報通信学会研究報告ヒューマン情報処理，Vol.111, No.60, pp.127–132 (2011).

[2] 上田晃寿，水口 充，山本景子，倉本 到，辻野嘉弘：文字アニメーションが鑑賞者の印象に与える影響，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，Vol.142, No.22, pp.1–8 (2011).

[3] 加藤 淳，中野倫靖，後藤真孝：TextAlive：音楽に同期した歌詞アニメーションの Kinetic Typography 制作環境，情報処理学会研究報告音楽情報科学，Vol.104, No.15, pp.1–7 (2014).

[4] 神原啓介，塚田浩二：オノマトペン，日本ソフトウェア科学会，Vol.27, No.1, pp.48–55 (2010).

[5] Li, H., Liu, P. Xu, S. and Jin, S.: Calligraphic Beatification Method for Chinese Handwriting, *10th International Conference on Document Analysis and Recognition*, pp.122–127 (2009).

[6] 佐藤剣太，中村聡史，鈴木正明：個性豊かな手書きメッセージ生成手法の提案，エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2015 論文集，Vol.2015, pp.409–508 (2015).

[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文字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] 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).

[9] 斉藤絢基，中村聡史，鈴木正明：コミック内へ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 (2017).

[10] 佐々木美香子，斉藤絢基，久保田夏美，新納真次郎，中村聡史，鈴木正明：フォントと手書き文字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, Vol.174, No.9, pp.1–8 (2017).

[11] 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, No.1, pp.10–19 (2010).

[12] Lyric speaker, available from ⟨https://lyric-speaker.com/⟩.

[13] ANIMATION LEARNING GUIDE FOR FLASH: MOTION TWEENS, available from ⟨http://www.adobe.com/devnet/flash/learning_guide/animation/part05.html⟩.

[14] Anitype.com, available from ⟨http://www.anitype.com/⟩.

[15] 野間田佑也：Specific Font：受け手の状況を考慮したメッセージの提示を実現するためのフォントの提案，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，Vol.150，No.15，pp.1–4 (2012).

[16] 木下翔伍，鈴木 優，水口 充：あら振ったー：振って文字にアニメーションを付与するメッセージングツール，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.15, pp.1–6 (2012).

[17] 近藤奈々子，水野慎士：CG と音でお絵描きを拡張する不思議なスケッチブック，マルチメディア，分散，強調とモバイルシンポジウム 2013 論文集，pp.2157–2164 (2013).

[18] Wang, H., Prendinger, H. and Igarashi, T.: Communicating Emotions in Online Chat Using Physiological Sensors and Animated Text, *CHI'04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp.1171–1174 (2004).

[19] ウゴツール，入手先 ⟨http://mclover.net/Program/Ugo.htm⟩.

[20] O'Donovan, P., Libeks, J., Agarwala, A. and Hertzmann, A.: Exploatory Font Selection Using Crowdsourced Attributes, *ACM Trans. Graphics*, Vol.33, No.4, pp.1–9 (2014).

[21] Ford, S., Forlizzi, J. and Ishizaki, S.: Kinetic Typography: Issues in time-based representation of text, *CHI EA'97 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp.269–270 (1997).

[22] 上田晃寿，水口 充，山本景子，倉本 到，辻野嘉弘：周辺情報提示における文字アニメーションの提示幅と移動速度がテキスト認知に与える影響，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，Vol.136, No.1, pp.1–8 (2010).

[23] Lee, J., Jun, S., Forlizzi, J. and Hudson, S.: Using kinetic typography to convey emotion in text-based interpersonal communiacation, *DIS '06 Proc. 6th Conference on Designing Interactive Systems*, pp.1–10 (2006).

[24] Plutchik, R.: Emotions: A general psychoevolutionary theory, *Approaches to Emotion*, pp.197–219 (1984).

[25] 長谷川貴之，鍜治伸裕，吉永直樹，豊田正史：オンライン上の対話における聞き手の感情の予測と喚起，人工知能学会論文誌，Vol.29, No.1, pp.90–99 (2014).

佐藤 剣太 （学生会員）

1994 年生．2017 年明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科卒業．現在，同大学大学院先端数理科学研究科博士前期課程在学中．手書き文字やコミック工学等の研究活動に従事．学士（理学）．

中村 聡史 （正会員）

1976 年生．2004 年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了．同年独立行政法人情報通信研究機構専攻研究員．2006 年京都大学大学院情報学研究科特任助手，2009 年同特定准教授，2013 年明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科准教授，2018 年同教授，現在に至る．サーチとインタラクションや，ネタバレ防止技術，平均手書き文字等の研究活動に従事．ヒューマンインタフェース学会等の会員．博士（工学）．

© 2018 Information Processing Society of Japan

鈴木 正明

1974 年生．2003 年東京大学大学院数理科学研究科博士課程修了．同年日本学術振興会特別研究員．2006 年秋田大学教育文化学部助教授．2007 年同准教授．2013 年明治大学総合数理学部准教授．2018 年明治大学総合数理学部教授，現在に至る．数学において位相幾何学，特に計算機を利用しながら低次元トポロジーの研究活動に従事．日本数学会会員．博士（数理科学）．

© 2018 Information Processing Society of Japan