対話型デザインにおける任意オノマトペを用いた デザインパラメータの初期値設定に対する主観評価†

大須賀 慶真*¹・中村 剛士*²・兼岩 亮希*³・加納 政芳*⁴・山田 晃嗣*⁵

対話型デザインは一種の最適解探索問題であり、効率的な探索のためには初期値設定が重要である。この初期値設定問題に対して、任意オノマトペを利用可能なオノマトペ・シソーラス・マップによって解決する手法を我々は先行研究において提案した。先行研究の実験では、毛筆フォントデザインシステムを事例として提案手法の評価を行い、デザインパラメータ空間において、最適値近傍に初期値設定できることを示した。この実験評価では、デザインパラメータ空間内の最適値と初期値間のユークリッド距離を用いて他手法との比較評価を行ったが、このユークリッド距離と画像処理効果の変化量の関係は線形ではなく、デザインパラメータ空間内の位置によって緩急が発生する。そのため、このユークリッド距離による評価のみでは提案手法の有効性が十分に示されていない可能性がある。そこで本研究では、最適値と初期値によって作成できる両者の画像処理効果について、主観評価によって類似度を評価した。先行研究と同様に他手法と比較評価したところ、提案手法が最適値によって作成した画像処理効果と最も類似しており、統計的に他手法と有意な差があることが示された。

キーワード：デザイン支援、音象徴、オノマトペ・シソーラス・マップ、オートエンコーダ

1. はじめに

対話型デザインは、人がインタラクションを通して感性的な評価を行う最適解探索と捉えることができ、デザインパラメータの初期値設定は、より良いデザインパラメータ値の探索において重要である。岡田ら [1] は、対話型遺伝的アルゴリズムを用いたデザインにおいて、ユーザの好みの個体を初期個体に含めることによって、評価回数の軽減を図った。これは、対話型遺伝的アルゴリズムにおけるユーザの疲労軽減を目的としたものである。対話型遺伝的アルゴリズムを用いたデザインについては、福本ら [2] らの報告においても、初期世代の設定の仕方次第によっては、ユーザの意図に沿った個体を得やすくなるのではないかと期待されている。対話型遺伝的アルゴリズムにおけるユーザの疲労がもたらす評価回数の限界は、解候補を限定的にしかユーザに提供できないことに繋がる。

ユーザの疲労による評価回数の限界については、対話型遺伝的アルゴリズムのみの問題ではなく、人の感性によって評価を行う対話型デザインの普遍的な課題と捉えることができる。こ

の課題について、初期値を最適解近くに設定可能ならば、初期値設定後にデザインパラメータを大きく変えることなく、少ない評価回数の微調整によって、効率的な探索を実現できるのではないかと期待される。逆に言えば、最適解から離れた遠い初期値設定をした場合、デザインパラメータを大きく変化させ調整しなければならないために調整回数が増え、それがもたらすユーザの評価回数の限界によって、最適解に辿り着けない可能性が高まると考えられる。

中村ら [3] と澤村ら [4] は、毛筆フォントデザインシステムを事例として、初期値設定に関する実験結果を報告した。これらの報告では、最適解獲得までの作業時間について評価実験をしており、初期値を最適解近傍に設定できた場合とそうでない場合を比較した。実験結果は、初期値を最適解近傍に設定できた場合の方が短い作業時間で最適解に到達したことを示しており、初期値設定の重要性を示した一事例として捉えることができる。

オノマトペはデザインパラメータの初期値を最適解に近い位置に適切に設定できる可能性がある。オノマトペとは擬音語・擬態語の総称である。日本語には数多くのオノマトペがあり、オノマトペを用いることで直観的かつ簡便にイメージの表現・伝達ができる。澤村ら [4] の提案は、対話型デザインにおけるデザインパラメータの初期値設定にオノマトペを用いるというものである。澤村らの手法は、デザイン開始時にユーザが最適解に近いデザインイメージを持つということを前提として、ユーザがそのデザインイメージをオノマトペによって表現してデザインシステムに入力することでデザインパラメータの初期値を設定できる。澤村らの実験結果は、初期値設定にオノマトペを用いる手法は最適解を得るまでのユーザの作業時間を従来手法よりも少なくできることを示した。しかしながら、澤村らの手法では、ユーザはシステムが提示するリストからオノマト

† Subjective Evaluation of Initial Value Setting of Design Parameters Using Arbitrary Onomatopoeia in Interactive Design
Keima OSUKA, Tsuyoshi NAKAMURA, Takaki KANEIWA,
Masayoshi KANO, and Koji YAMADA

*1 東邦ガス株式会社

Toho Gas Co., Ltd.

*2 中部大学 工学部

College of Engineering, Chubu University

*3 名古屋工業大学

Nagoya Institute of Technology

*4 中京大学 工学部

School of Engineering, Chukyo University

*5 情報科学芸術大学院大学

Institute of Advanced Media Arts and Sciences

図1 先行研究の提案手法

ペを選択・入力しなければならない。そのため、ユーザがある画像処理効果をオノマトペで表現したいとしても、そのオノマトペがリスト中に存在しない場合もあり得る。

澤村らの手法が残した課題に対して、我々の先行研究 [5] は、澤村らの手法同様にユーザが最適解に近いデザインイメージを持つことを前提に、そのデザインイメージを任意オノマトペによって表現・入力可能な手法を提案した。図1は提案手法の処理の流れを示す。この手法を用いることで、ユーザはデザインパラメータの初期値設定をより柔軟に行うことができる。先行研究では、毛筆フォントデザインシステムを事例として取り上げ、それを用いた評価実験を行った。実験では、実験協力者に対し、実験協力者が持つべきデザインイメージ T を毛筆フォント画像として具体的に提示した。なお、 T は、システムが提供するデザインパラメータ値 p_T によって作成できる。実験協力者は T をオノマトペ O_{in} で表現し、システムは O_{in} からデザインパラメータ値 p_i を決定した。先行研究において、 p_i は対話型デザインにおける初期値に相当する。実験評価としては、デザインパラメータ空間において、 p_T と p_i の間のユークリッド距離を計測し評価した。 T は最適解に近いデザインイメージであることから、このユークリッド距離が短い程、初期値は最適値に近く、対話型デザインにおいて適切な初期値であると考えられる。実験結果は、他手法に比べて提案手法が最も短い平均距離を示した。しかしながら、デザインパラメータ値の変化量と画像処理効果の変化量の関係はデザインパラメータ空間内の位置によって異なる。デザインパラメータ値の変化量が微小な場合でも画像処理効果が大きく変化したり、その逆も有り得る。そのため、このユークリッド距離のみの評価では提案手法の有効性を十分に評価できていない可能性がある。

本研究では、主観評価を導入し、提案手法で採用したオノマトペ・シソーラス・マップの有効性について評価することを目的とした。澤村らの報告同様に、先行研究の実験でも、村田ら [6] の毛筆フォントデザインシステムをデザインツールの事例として採用した。このシステムにおいて、主観的には掠れと太さが非常に類似していると判断できるような二つのデザイン

図2 オノマトペ・シソーラス・マップの構成

であっても、デザインパラメータ値は非常に離れていることもあり、その逆もあった。一般に、デザインの優劣や視覚的類似度は人の主観によって評価される。デザインパラメータ空間の距離とデザインの視覚的な類似性の関係はデザインパラメータ空間の位置によって動的に変化することから、本稿では主観的な評価によって提案手法の有効性を再度評価した。具体的には、先行研究で実施したデザインパラメータ p_T と p_i の比較に代わり、 p_T によって作成でき、ユーザの持つデザインイメージに相当する T とシステムが提供する p_i によって作成された F を主観的類似度によって評価した。先行研究同様、 T は最適解に近いデザインイメージであることから、 T と F の間の主観的類似度が高いほど、システムが提示する初期解に相当する F と最適解は近傍に位置することが期待できる。

2. 任意オノマトペを用いたデザインパラメータの初期値設定

図1に示す提案手法は、澤村ら [4] の手法を元に、初期値設定の部分を改良したものである。改良箇所は、図1中の太枠部分が該当する。まず、ユーザは、自身が所望するデザインをイメージして任意のオノマトペ O_{in} を入力する。つぎに、システムは O_{in} に最も近いイメージを持つ既存オノマトペ O_i をオノマトペ・シソーラス・マップ [7] から発見する。データベースは、 O_i とデザインパラメータ値 p_i の対応を蓄積しており、 O_i から p_i を得て p_i を初期値としてデザインを決定し、ユーザに初期解を出力・提示する。初期値設定後は、ユーザが主観的に満足する最適解を獲得するまでデザインパラメータ値を数値入力によって変化させてチューニングを行う。

オノマトペ・シソーラス・マップでは、音象徴 [8] に基づいて入力オノマトペのイメージに近い既存オノマトペを発見する。音象徴とは、音の持つ周波数が特定のイメージを喚起するとされる事象である。図2に示すように、オノマトペ・シソーラス・マップはオートエンコーダの中間層出力によって構成される。オートエンコーダの訓練には、既存オノマトペの音声波形から得たメル周波数ケプストラム係数 (MFCC) を用いた。したがって、オノマトペ・シソーラス・マップ上の局所領域では音響的に類似したオノマトペが配置される。音象徴の概念に基づけば、音響的な類似はイメージの類似として扱うことができると考えられる。そのため、オノマトペ・シソーラス・マップ上で距離が近いほどイメージの類似度が高くなると考えられる。

図3 元フォント（左）とデザインイメージ（右）の例

図4 デザインイメージ T_k を作成するデザインパラメータ値とオノマトペ O_i に対応する p_i の分布

る。提案手法はユーザが任意オノマトペを入力することを許容するが、オノマトペ・シソーラス・マップを用いることで、任意オノマトペに近いイメージを持つ既存オノマトペを求めることができ、それによって初期値の設定をする。

3. 主観評価実験

主観評価実験では、先行研究 [5] の実験で収集したオノマトペを用いて主観評価のためのデータを作成した。先行研究の実験では、図3に示すように、加工前の元フォント F_o 及び掠れと太さを F_o から加工したフォントをデザインイメージ T_k ($k = 1, \dots, 20$) として、実験協力者に提示した。¹ T_k ($k = 1, \dots, 20$) については、そのデザインパラメータ値を図4に示すようにデザインパラメータ空間上に均等に配置し、デザインイメージがデザインパラメータ空間上で偏らないようにした。実験協力者には T_k の掠れと太さに注目し、その表現をオノマトペで自由記述するよう要求した。先行研究の実験協力者は二十代から六十代の日本人30名で、図3に例示したような T_k に対してオノマトペを自由記述した。本稿では、各 T_k を記述したオノマトペ群から最多記述のあったオノマトペを一つ抽出し O_k とした。なお、最多記述のオノマトペが複数場合は、その中からランダムに一つを O_k とした。 T_k と O_k を対と

1 デザインイメージは本来、各実験協力者が独自に持ち、所望するデザインごとに異なるものである。しかしながら、提案手法の評価の観点から、すべての実験協力者間に対して統一した同一デザインイメージを与えた。

図5 Web アンケート画面のスクリーンショット

して、20対の $\{T_k, O_k\}$ ($k = 1, \dots, 20$) を作成した。また、 O_k を入力オノマトペ O_{in} として、図1に示す提案手法を用いた毛筆フォントデザインシステムに入力し、それに対するデザインパラメータ値 p_i を初期値として初期解のフォント F_k を作成した。本稿の主観評価実験では、 T_k と F_k の対である $\{T_k, F_k\}$ を評価用データとした。

主観評価実験は図5に示すような画面で評価用データ $\{T_k, F_k\}$ を実験協力者に提示し、Web アンケートによって実施した。実験協力者は提示された毛筆フォント対の太さと掠れに注目し、その類似度を7段階で点数化した。類似度が高いほど、高い点数を付与するものとした。先行研究の実験とは異なる実験協力者を募集し、各手法について評価した。実験協力者は各手法とも二十代から六十代の日本人30名である。

主観評価実験は、提案手法に加え二つの手法を比較のため用いた。これは先行研究と同様である。提案手法は任意オノマトペ O_{in} に対して、オノマトペ・シソーラス・マップ上の距離を用いて、 O_{in} に最も近い既存オノマトペ O_i を発見した。それに対し、他の二手法では、MFCC空間上の距離、レーベンシュタイン距離をそれぞれ用いた。なお、高丸ら [9] が採用しているように、レーベンシュタイン距離はオノマトペ間の類似度を計測する代表的な手法の一つである。実験協力者は各手法について20対の事例を評価した。

4. 実験結果及び考察

図6は主観評価のヒストグラムである。図6の分布から、提案手法が他の手法に比べて高い点数方向に分布していることが確認できる。4点以上では、提案手法が他の手法に比べて多く分布しており、3点ではレーベンシュタイン距離と同程度の数

図6 主観評価による類似度のヒストグラム

であるが、2点以下で提案手法が他の手法に比べて少ないことが分かる。

図6の分布は各手法ごとに20対の $\{T_k, F_k\}$ を評価した結果であるが、この評価結果は各手法で発見した20個全ての既存オノマトベから作成した対 $\{T_k, F_k\}$ を評価している。しかし、発見したオノマトベが同一であれば、対 $\{T_k, F_k\}$ は同一であり、各手法間で同一の対データを評価している場合が少なからず発生すると思われる。したがって、図6の分布のみでは、提案手法が必ずしも主観評価類似度が高いとは言えない。

そこで、提案手法と他の手法間で発見した既存オノマトベが異なる場合のみを抽出し、抽出したデータの主観評価類似度の分布について評価した。提案手法が、MFCC空間上の距離を用いた場合と異なる既存オノマトベを発見した数は10個であり、その10個について的主観評価類似度の分布を図7の箱ひげ図で示す。図7に示すように、提案手法の主観評価の類似度の方が高い点数方向に分布している。提案手法とMFCC空間上の距離を用いた手法間で、マン・ホイットニーのU検定を行ったところ、統計的に有意な差が確認された。また、提案手法が、レーベンシュタイン距離を用いた場合と異なる既存オノマトベを発見した数については9個であった。その9個について的主観評価類似度の分布を同様に図8の箱ひげ図で示す。図8についても、提案手法の主観評価類似度の方が高い点数方向に分布していることが分かる。提案手法とレーベンシュタイン距離を用いた手法間においても、マン・ホイットニーのU検定を行ったところ、統計的に有意な差が確認された。

実験結果は、他の二手法に比べて、提案手法の主観評価類似度が高いことを示した。これは、提案手法で採用したオノマトベ・シソーラス・マップが有効に働き、オノマトベの音象徴性をマップ上である程度表現できたからではないかと思われる。

一方で、提案手法が最適解に極めて近い初期値を設定できたわけではない。図7と図8の類似度の分布を見て分かる通り、中央値はそれぞれ4点と5点であり、それよりも低い点数を付けた実験協力者も少なからず見受けられた。このことは、図4に示す既存オノマトベとデザインイメージのデザインパラメータ値の分布に関係する。図4に示す通り、 p_i はデザインパラメータ空間上で均一に分布しておらず、偏りがある。そのため、デザインイメージ T_k のデザインパラメータ値に最

図7 主観評価類似度の分布（提案手法とMFCC空間上の距離を用いた手法間で異なる既存オノマトベを発見した場合）

図8 主観評価類似度の分布（提案手法とレーベンシュタイン距離を用いた手法間で異なる既存オノマトベを発見した場合）

も近い p_i を提案手法が発見したとしても、それによって作成された F_k が T_k に極めて近いと評価されない場合も発生する。今回の実験では、デザインパラメータ空間に T_k を均等に配置したことから、実験協力者が低い主観評価類似度を付与したことがあることは当然と言える。オノマトベを用いた提案手法は対話型デザインの初期値設定に一定の有効性を示すものであるが、データベースの既存オノマトベとデザインパラメータ値の対応関係とユーザが持つデザインイメージに依存しており、常に適切な初期値を提供できるものではない。

5. まとめ

本研究では、主観評価によって提案手法の有効性を再度評価

し、提案手法で採用したオノマトペ・シソーラス・マップの有効性を示した。先行研究では、デザインパラメータ空間内の最適値と初期値間のユークリッド距離を用いて提案手法について評価した。しかしながら、デザインパラメータ空間と画像処理による視覚効果の関係はデザインパラメータ空間内の位置に少なからず依存する。そこで、ユークリッド距離のみでは適切な評価ができないのではないかと考え、主観評価を導入した。実験結果は、提案手法は比較的用いた二手法よりも適切な初期値を設定できたのではないかとと思われる結果を示した。

しかしながら、最適解に極めて近い初期値を提案手法がいつも提示できるわけではなく、前述のとおりこの点については今後検討する必要がある。他方、本研究では毛筆フォントデザインシステムを対象として提案手法を評価した。提案手法の汎用性については検証ができていないため、今後は他のデザインシステムについて提案手法を適用し評価したいと考えている。

参考文献

- [1] 岡田典子, 三木光範, 廣安知之, 吉見真聡: “イメージ語から初期個体を生成する対話型遺伝的アルゴリズム,” 第9回情報科学技術フォーラム (FIT) 大会アーカイブス, 9月7-9日, 福岡, pp. 563-564, 2010.
- [2] 福本誠, 大久保達哉, 古賀慎平: “対話型遺伝的アルゴリズムによる感性に合う声質パラメータの探索手法,” 日本感性工学会論文誌, Vol.13, No.4, pp. 485-491, 2014.
- [3] 中村剛士, 澤村勇輝, 加納政芳, 山田晃嗣: “対話型デザインにおけるオノマトペを用いたパラメータの初期値設定,” 知能と情報, Vol.30, No.5, pp. 766-772, 2018.
- [4] Y. Sawamura, K. Osuka, T. Nakamura, M. Kanoh, and K. Yamada: “A consideration on initial parameter setting using onomatopoeias for interactive design tools,” *2019 IEEE Int. Conf. on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, Jun. 23-26, New Orleans, pp. 1-5, 2019.
- [5] K. Osuka, T. Kaneiwa, T. Nakamura, M. Kanoh, and K. Yamada: “Interactive design support using arbitrary onomatopoeia,” *Proc. of the 25th Int. Conf. on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (KES2021)*, Sep. 8-10, Szczecin, 2021.
- [6] K. Murata, T. Nakamura, K. Endo, M. Kanoh, and K. Yamada: “Japanese kanji-calligraphic font design using onomatopoeia utterance,” *2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, pp. 1708-1713, 2016.
- [7] D. Urata, S. Ishino, T. Nakamura, M. Kanoh, and K. Yamada: “Visualized onomatopoeia thesaurus maps based on deep autoencoder,” *Proc. of the 2018 Joint 10th Int. Conf. on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS) and 19th Int. Symp. on Advanced Intelligent Systems (ISIS)*, Dec. 5-8, Toyama, pp. 215-219, 2018.
- [8] L. Hinton, J. Nichols, and J. J. Ohala eds.: *Sound Symbolism*, Cambridge University Press, 1995.
- [9] 高丸圭一, 内田ゆず, 乙武北斗, 木村泰知: “地方議会会議録コーパスにおけるオノマトペ出現傾向と語義の分析,” 人工知能学会論文誌, Vol.30, No.1, pp. 306-318, 2015.

(2021年5月17日 受付)

(2021年8月24日 採録)

[問い合わせ先]

〒487-8501 愛知県春日井市松本町 1200

中部大学

中村 剛士

E-mail: tnaka@isc.chubu.ac.jp

著者紹介

おおすか けんじ [非会員]

2019年名古屋工業大学工学部情報工学科卒業。2021年同大学大学院工学研究科博士前期課程情報工学専攻修了。同年東邦ガス株式会社入社。在学中はオノマトペの工学応用に関する研究に従事。

なかむら つよし [正会員]

1998年名古屋工業大学大学院博士後期課程修了。1998年同大学助手。2003年同大学大学院工学研究科助教授。2007年准教授。2021年中部大学工学部教授。現在に至る。CG, CV, HRI, ソフトコンピューティング等に関する研究に従事。ACM, IEEE, 電子情報通信学会, 人工知能学会各会員。博士(工学)。

かねいわ たかき [非会員]

2020年名古屋工業大学工学部情報工学科卒業。現在、同大学大学院工学研究科博士前期課程情報工学専攻在学中。オノマトペの工学応用に関する研究に従事。

かのう まさよし [正会員]

2004年名古屋工業大学大学院工学研究科博士後期課程電気情報工学専攻修了。同年中京大学講師。2010年准教授。2015年教授。現在に至る。博士(工学)。感性・知能ロボティクス, インタラクションの研究に従事。2006年日本感性工学会技術賞, 2010年日本知能情報ファジィ学会論文賞。IEEE シニア会員, 日本ロボット学会, 人工知能学会, 情報処理学会, 電子情報通信学会などの各会員。

やまだ こうじ [正会員]

2003年名古屋工業大学大学院工学研究科博士後期課程電気情報工学専攻修了。財団法人ソフトピアジャパン研究開発部研究員を経て。2005年情報科学芸術大学院大学大学講師。2015年准教授。現在に至る。博士(工学)。感性情報処理, 障がい者向けのタブレット端末等を利用した支援技術等の研究に従事。情報処理学会, 電子情報通信学会, 教育システム情報学会, IEEE 各会員。

Subjective Evaluation of Initial Value Setting of Design Parameters Using Arbitrary Onomatopoeia in Interactive Design

by

Keima OSUKA, Tsuyoshi NAKAMURA, Takaki KANEIWA, Masayoshi KANO, and Koji YAMADA**Abstract:**

Interactive design can be dealt as a sort of optimal solution search problems. In optimal solution search, initial value setting plays an important role. In order to solve the initial value setting, our previous study proposed a method using the onomatopoeia thesaurus map that can use arbitrary onomatopoeia. In the experiment of the previous study, we evaluated the proposed method using the brush font design system as an example. The experiment showed that the proposed method can set initial values near the optimum values in the design parameter space. The experiment adopted Euclidean distance between the optimum value and the initial value in the design parameter space. The experiment compared the Euclidean distance between the proposed method and other methods. The relationship between the Euclidean distance and the amount of change of the visual effect for brush fonts is not linear. The amount of change of the visual effect depends on the position in the parameter space. Therefore, the previous study could not show the effectiveness of the proposed method. This paper adopted subjective evaluation to evaluate visual similarity of the brush font between the optimum value and the initial value set by proposed method. We compared the proposed method with the other methods as in the previous research. As the result, the proposed method was most similar to the visual effect generated by the optimum value. In addition, there were statistical significances between the proposed method and the others.

Keywords: design support, sound symbolism, onomatopoeia thesaurus map, autoencoder

Contact Address: **Tsuyoshi NAKAMURA**

Chubu University

1200 Matsumoto-cho, Kasugai, Aichi 487-8501, Japan

E-mail: tnaka@isc.chubu.ac.jp