

## 対話型進化計算による ポスター制作支援システムの開発

北村苑美<sup>†</sup> 狩野均<sup>†</sup>

ポスターは告知の手法として一般的で、利用される機会も多くあるため、デザインに不慣れた人間が制作しなければならない場合も多いと考えられる。そこで本研究では、ポスターのデザインを決定するシステムを開発した。提案システムでは、文字や画像といったレイアウト要素の位置や大きさなどの決定に対話型進化計算を用いる。また、レイアウト要素を分類し、必要な情報を掲載しやすくする機能を持つ。更に、レイアウト要素に「グループ」「ランク」を設定し、デザイン理論に基づいたレイアウトの修正を行える。このシステムに対して主観評価実験を実施し、提案システムがポスターの面白さや美しさに対する評価を高める効果を持つことを確認した。また、ユーザのデザイン活動に対する知見を収集し、デザインの支援を行う上で今後さらに改善が必要な部分について考察した。

### Development of a Support System for Making Poster with Interactive Evolutionary Computation

Sonomi Kitamura<sup>†</sup> and Hitoshi Kanoh<sup>†</sup>

Posters are generally used for advertisement, so even an unfamiliar person with the design may have to make a poster. In this paper, we propose a support system for making the design of posters. The proposed system uses the Interactive Evolutionary Computation to decide the position and size of layout objects such as characters and images. In this system, users can classify the layout objects so that they may become intelligible. Furthermore, changing and correcting of the design of posters based on the design theory can be realized by setting “group” and “rank” to the layout objects. The subjective evaluation results indicated that the proposed system enhances the interest and beauty of posters. We also obtained the information on the design of posters from examinee, and considered how we can improve the system.

## 1. はじめに

絵を描く、デザインを作るなどの芸術的な活動には、人間の持つ感性や価値観が欠かせないため、システムによる自動化には課題が多い。しかし一方で、これら芸術的な活動は、知識や経験を要するため、人間にとっても難しいものである。このような状況を受け、画像や音楽などの作品をユーザの趣向なども考慮して進化的に獲得しようとする研究が提案されており、様々な対象に様々な手法が適用されている[1,3]。

本研究では、デザイン対象として「ポスターの制作」を取り上げた。ポスターは告知や宣伝の手段として一般的で、小規模な団体でも制作する機会が多いため、デザインの知識や経験の少ないユーザが制作しなければならないことも多いと考えられるためである。また、ユーザの価値観に基づく評価を直接データに反映できる手法として、「対話型進化計算」を用いることにした。対話型進化計算によるデザイン支援の先行研究は多く[3-7]、ポスターの制作を対象とした研究も存在する[7]が、この研究ではユーザの価値観を直接的な方法では利用していないため、アマチュアのユーザにはわかりにくい可能性があった。そこで本研究では、ユーザの評価を反映しやすいデータ構造とアルゴリズムを提案し、実装したシステムによる主観評価実験を実施した。

本稿では、まず研究分野の概要を示す。次に、提案システムの構成とアルゴリズムについて説明し、最後に評価実験の方法と、現在までの実験結果を示す。

## 2. 研究分野の概要

### 2.1 ポスター制作問題

ポスターとは、図1に示す通り、紙面上に文字や画像といったレイアウト要素を配置したものである。本研究では、ポスターの制作を次の2つの問題として定義した。

- (1) 紙面上にどのようなレイアウト要素を配置するか決める問題
- (2) 決められたレイアウト要素を、紙面上にどう配置するか決める問題

本研究では、このうち(2)を主な対象にした。

(2)では、各要素の位置・色・大きさ・回転角度を決定する必要がある。それぞれのレイアウト要素がそれぞれ個別のパラメータを持つため、問題空間は非常に広い。一方で、平面デザインを美しくするための理論はいくつか存在している。例えばGraham[2]は、以下をはじめとするレイアウトの法則を提示している。

- ・ **Emphasis** (強調表現) : 重要なレイアウト要素を目立たせ、わかりやすくする。
- ・ **Alignment** (整列) : レイアウト要素を端に沿って並べるなどして、体系化する。

<sup>†</sup> 筑波大学  
University of Tsukuba

これらのデザイン理論を利用するため、本システムでは、レイアウト要素に「グループ」と「ランク」を設定するものとした。そのイメージを図1に示す。グループは、レイアウト要素を内容で分類したものである。同じグループに所属するレイアウト要素を近距離に並べて配置したり、色などを揃えたりすることによって、整列の効果を実現させることができる。またランクは、グループ間および各グループ内で、グループおよび要素の重要さを順位で定めるものである。これを用いて、ランクの高いレイアウト要素を大きくすることで、強調表現の効果が得られると期待される。

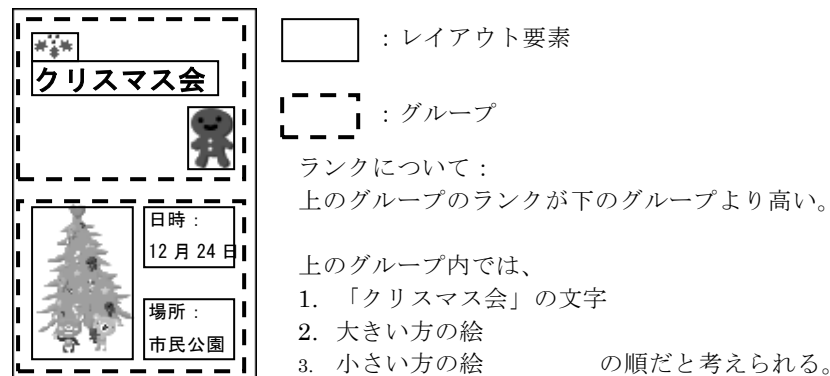


図1. ポスターの例と用語の説明

## 2.2 対話型進化計算

対話型進化計算とは、通常の進化計算における適応度の計算の代わりに、ユーザが直接個体を評価するという手法である。アルゴリズムの概要を以下に示す。

- Step1. 初期集団をランダムに生成する。
- Step2. 各個体をユーザが目で見えてわかる形に変換し、ユーザに提示する。
- Step3. ユーザは提示された各個体を評価する。満足できる最適解を発見した場合には、計算を終了する。そうでなければ、各個体に評価値を与える。
- Step4. システムは評価値に基づいて遺伝的操作を行い、次世代個体集団を生成する。
- Step5. Step2に戻る。

対話型進化計算は、ユーザの価値観を直接計算に組み込むことができるため、直観的でわかりやすいことが特長である。一方でこの手法では、ユーザが疲労してしまうため、多くの個体や世代に細かな評価は与えられない。そのため先行研究[3-7]では、少ない個体数・世代数でも早く解が収束するような改良が行われている。

## 2.3 従来手法とその問題点

対話型進化計算によってデザイン支援を行う先行研究は多数提案されている[3-7]。本研究では、同じ平面デザインを対象とした研究として、Web ページのスタイルシートをデザイン対象としたシステムを参考にした[4-6]。濱田らの提案システム[4]は、段階的な制作が行えるインターフェースを用いており、Monmarchéら[5]の提案した「確率配列」によって、ユーザの傾向をより正確にとらえる工夫を行っている。しかしポスターの場合、色やフォントだけでなく、各レイアウト要素の位置を決める必要がある。Monmarchéらの研究[5]を引き継いだ研究であるOliverらの提案システム[6]では、レイアウトの一部として各要素の位置も決めることができるが、格子状のセルに配置するという方法であり、自由度はあまり高くない。

また、ポスター作成支援を目的とする研究には、文献[7]がある。このシステムは進化計算とファジィ推論を利用しており、ユーザの要求を「明るさ」などの印象語で具体的に設定する事が出来る。しかし、デザインに不慣れなユーザでは、制作開始時には明確なイメージができていない場合も考えられる。また、自分の持つイメージをうまく印象語として表現しづらい可能性がある。

## 3. 提案手法の構造とアルゴリズム

### 3.1 提案手法の基本方針

上記の先行研究を踏まえ、本研究では、ユーザの評価を直接的に利用するポスター制作支援システムを設計した。その基本方針を、以下のように定めた。

- ・ システムによる提案のランダム性を利用し、探索空間を広げることで、ユーザー一人では思いつかないような面白いポスターを制作できるように支援を行う。
- ・ デザイン知識を組み込み、整ったポスターを作りやすくする。
- ・ 2.1節(1)に対しては、レイアウト要素の分類によって、情報を選択しやすくする。
- ・ (2)に対しては、対話型進化計算を用いてレイアウト案を探索する。
- ・ ポスターのレイアウトを直接評価できるようなデータ構造を設計する。
- ・ 多様な価値観に対応した、自由度の高い位置決定アルゴリズムを提案する。

### 3.2 提案システムの構成

提案システムの構成を図2に示す。本システムでは、ポスターの制作を段階的に行う。まず、どのようなレイアウト要素を掲載するか決めて、①レイアウト要素を追加し、設定を与える。次に、②対話型進化計算で大まかなレイアウト案を設計する。また、③手直しによって探索効率を上げることもできる。探索を続ける中で、気に入ったレイアウトがあれば④デザインの保存を行う。最後に、保存したデザインに手作業

で⑤最終調整を行って、ポスターを完成させる。

以下では、これらの機能のうち、新規性を含む①、②について、順に説明する。

### ① レイアウト要素の追加・設定

レイアウト要素の追加について支援するため、本システムではレイアウト要素を「特

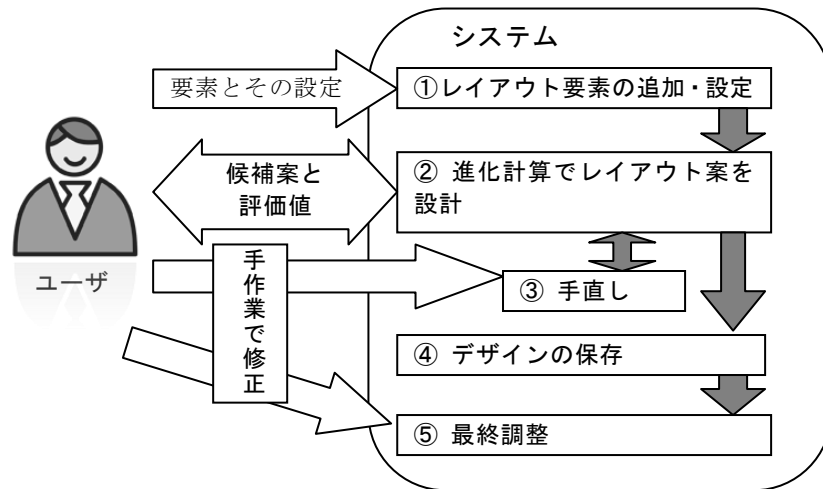


図2. 提案システムの構成

徴的な要素」と「その他の要素」に分類している。ここで「特徴的な要素」とは、キャッチコピーなど、多くのポスターに共通して存在するレイアウト要素である。提案システムでは、特徴的な要素の方が、その他の要素より簡単に追加できるようになっている。これによって、特徴的な要素を確実に追加できるようにすると共に、それ以外の要素を追加しすぎることを防ぐ。また、レイアウト要素の設定とは、2.1節で述べた「グループ」と「ランク」の設定を指す。

### ② 対話型進化計算による探索

本研究の中心となる部分である。これについては、3.3節、3.4節で説明する。

### 3.3 進化計算部におけるデータ構造

進化計算における個体のデータ構造（染色体）は、各パラメータに対応する数値を格納した配列の形になっている。染色体の例を図3に示す。先頭に背景色など全体に

関係するパラメータ、次にレイアウト要素に関するパラメータが格納されている。

また、進化には「確率配列」を用いる。確率配列の概念図を図4に示す。これは、個体生成時に各パラメータがどのような値をとる可能性が高いか、その選択確率を配列化したものである[5]。確率配列は計算中、ユーザがより高い評価を与えるパラメータ値ほど、選択確率が高くなるような進化が行われる。この仕組みによって、ユーザの評価の傾向を詳しく知ることができると期待される。

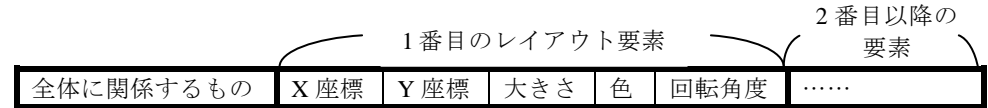


図3. ポスターのデータ構造（染色体）

フォントサイズ	12	13	14	15	16	17
選択確率	0.07	0.12	0.33	0.25	0.2	0.03

図4. 確率配列の例

### 3.4 レイアウト案生成アルゴリズム

図2の②で行われる、レイアウト案を生成するためのアルゴリズムを以下に示す。

- Step1. ユーザが各レイアウト案に対して与えた評価値（以降、単に「評価値」と表記）をもとに、確率配列を更新する。
- Step2. 前回のレイアウト案生成以降に、レイアウト要素の追加などが行われていた場合、データ構造に反映する。
- Step3. 各レイアウト要素について、大きさや色など位置以外のパラメータを決定する。
- Step4. デザイン理論に基づく修正を行う。修正は主にグループ・ランクの設定を利用して、ランクをもとに大きさを調整するなどの作業が行われる。
- Step5. 各レイアウト要素の位置を決定する。

位置決定を最後に行うのは、位置を決める際にレイアウト要素の大きさがわかっていなければ、レイアウト要素同士（特に文字同士）が重ならないように配置するのが難しいからである。

### 3.5 位置決定アルゴリズム

位置決定アルゴリズムには、次の二種類があり、この順序で実行する。

- ・ リーダの位置を決めるもの。  
ここでリーダーとは、各グループで最もランクの高いレイアウト要素である。
- ・ リーダ以外の位置を決めるもの。  
これらについて、順に説明する。

### (1) リーダの位置

リーダーの位置を決めるアルゴリズムを以下に示す。

- Step1. 最もランクが高いグループのリーダーを見つける。
- Step2. 確率配列の分布をもとに、パラメータ値決定に使用する確率配列を決定する。
- Step3. 決定した確率配列を用いて、座標を決定する。
- Step4. 配置したのが文字要素だった場合には、紙面からはみ出しや他の文字要素との重なりがなくなるよう、位置を調整する。
- Step5. 次にランクが高いグループのリーダーを見つけ、Step2に戻る。

Step2の概念を図5に示す。位置を決める場合、単純に確率配列から  $x$ ,  $y$  の値をそれぞれ求めるだけでは、ユーザの価値観をうまく反映できない可能性がある。例えば、図3左に示すようなポスターが評価された場合を考える。この時、要素Aの位置を決める基準として、次のような二種類の座標系が考えられる。

- ① 紙面上のどこにあるかを示す絶対座標
  - ② Aよりランクの高いグループのリーダーである、Bとの位置関係に基づく相対座標
- これらのうち、どちらがユーザの評価基準になっているのか、評価値から判断するのは難しい。

そこで提案システムでは、①②それぞれに対し、対応する確率配列を用意する。評価を受け取った際には、どちらの確率配列を用いたかにかかわらず、全ての確率配列を更新する。すると、図3右に示すように、評価に大きく影響している座標系は、選択確率に偏りが生じると考えられる。これを利用し、システムは、選択確率の偏りが最も大きい確率配列を使用して、座標を決定する。システムはこの選択確率の偏りを、それぞれの確率配列における選択確率の最大値を比較することで判断している。

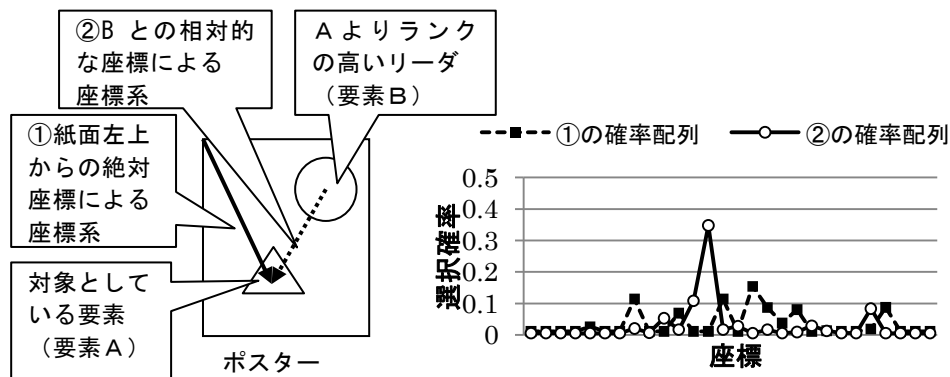


図5. リーダの位置決定

### (2) リーダ以外の位置

リーダー以外のレイアウト要素は、所属するグループのリーダーに近い方が、グループとしてのまとまりが出やすくなると考えられる。そこで、リーダー以外の位置に関する確率配列は、リーダーを中心とした極座標( $r$ ,  $\theta$ )で表されるものとする。

位置決定のアルゴリズムを以下に示す。

- Step1. 紙面を、リーダーを中心とするグループごとの領域に分割する。
- Step2. 最もランクの高いグループで、リーダーの次にランクが高い要素を見つける。
- Step3.  $r$ ,  $\theta$  の値を決める。ここで、 $r=0\sim rmax$ ,  $\theta$  は上下左右斜めの8方向をとる。
- Step4. リーダの中心から  $\theta$  方向へのベクトルを考え、領域の端までの距離を求める。
- Step5. その距離を  $rmax$  とした時、 $r$  にあたる位置に、レイアウト要素を配置する。
- Step6. 配置したのが文字要素だった場合には、リーダーの場合と同様に位置を調整する。
- Step7. 次にランクが高いレイアウト要素を見つけ、Step2に戻る。現在のレイアウト要素がグループ内で最も低ランクだった場合は、次にランクが高いグループに移る。

## 4. 評価実験

### 4.1 システムの実装

上記で提案したシステムの有効性を検証するため、ポスター制作支援システムを実装した。実行画面の例を図6に示す。ユーザはウィンドウに表示された6つのポスター案から気に入るものを選んで、それぞれのポスター案の右側にあるスライダーで評価値を与える。また、レイアウト要素の追加・設定など、デザイン案の探索以外の作業は、それぞれ個別のダイアログで行う。

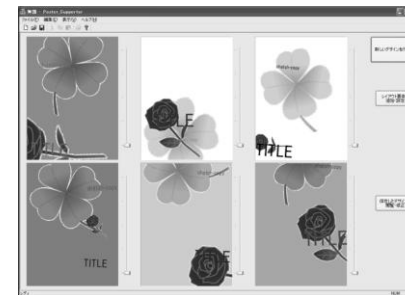


図6. 実行画面の例

### 4.2 実験方法

システムの有効性を検証するため、主観評価実験を実施した。この実験はユーザに、実装した提案システムと、支援機能を持たないポスター制作システムの両方を使って

もらい、それぞれ異なる内容のポスターを制作してもらうというものである。使用するシステムの順序や課題の内容は、予備調査をもとにして均等に割り振った。また、それぞれの制作時間は20分を目安とした。制作開始から20分が経過するか、またはユーザが満足するポスターを完成させたとき、制作終了とした。

評価はアンケートで行い、制作した二枚のポスターについてユーザに評価してもらった。制作したポスターに対する評価項目は以下のとおりである。これ以外に、自由記述による意見収集を行っている。

- ・ わかりやすさ：ポスターが示す内容が、見る人によく伝わるかどうか
- ・ 美しさ：ポスターがデザインとして優れているかどうか
- ・ 面白さ：ポスターが人の興味を湧かせ、目を引くかどうか
- ・ 満足度：ポスターに対して総合的にどのくらい満足しているか
- ・ 主観的に判断して、どちらのポスターが優れているか

また、本研究はデザインに関する知識や経験の少ない人をユーザとして想定しているので、実験に参加してもらうユーザは、今までサークル活動などで平面デザインに関係した仕事をしたことがない人か、経験があっても一回程度だという人に限定した。この実験を18人に実施し、結果を集計した。

### 4.3 実験結果

#### 4.3.1 ユーザ全体による項目ごとの評価

まず、ポスターのわかりやすさ、美しさ、面白さ、満足度に対する評価の結果を表1に示す。評価はそれぞれ5段階で、最低点が1点、最高点は5点である。

表1. ポスターの内容に関する評価（18人のユーザに対するアンケート結果）

	わかりやすさ		美しさ		面白さ		満足度	
	支援あり	支援なし	支援あり	支援なし	支援あり	支援なし	支援あり	支援なし
平均	3.33	3.39	3.72	2.94	3.67	2.78	3.72	3.33
標準偏差	1.00	1.21	0.73	0.97	1.23	0.94	1.04	1.11

これらのそれぞれについてt検定を行ったところ、美しさと面白さについて有意水準5%で有意差ありという判定が得られた。わかりやすさと満足度については、優位性は見られなかった。また、これらの合計得点についても検定を行った。上記の項目のうち、満足度だけはポスターの総合的な評価であり、他と性質が異なるものなので、まずは内容に関する評価であるわかりやすさ・美しさ・面白さについての評価の合計を求めた結果、有意確率は0.08で、多少の有意傾向がみられた。満足度に対する評価

の結果はこれとは異なり、有意傾向はなかったため、満足度は、内容に関する評価である3項目の評価を総合するものではなく、他の要因にも左右されると考えられる。そのため、次節での分析では、表1に示す4項目を全て合計したものをを用いた。

次に、主観的に判断して、相対的にはどちらのポスターが優れているか評価してもらった結果を表2に示す。

表2. ポスターの完成度に対する相対的な評価

項目	提案システムで制作したポスター	どちらも同程度	支援のないシステムで制作したポスター
人数	9人	5人	4人

支援ありのシステムで制作したポスターの方が優れている、というユーザが多いが、支援のないシステムで制作したポスターの方が優れていると判断したユーザも存在している。この結果については、統計的な有意差は見られなかった。

#### 4.3.2 個々のユーザにおける傾向

ユーザ全体による評価の合計は上記の通りであるが、実際にはユーザによって、評価に大きな差がみられた。そこで、ユーザごとに表1の4項目への評価の合計を求め、提案システムと支援のないシステムとの評価合計の関係を示したものを図7に示す。また、「どちらのポスターが優れているか」のユーザごとの評価を、マーカの形で示している。この図を見ると、ユーザを評価の合計によって3つのグループに分類することができることがわかった。（図中のグループⅠ～Ⅲ）。この分類を用いて、グループごとに詳しい分析を行い、自由記述による意見を考察した。なお、以降に掲載する自由記述の内容は、意味の変わらない範囲で一部修正している。

##### (a) グループⅠ：支援のないシステムに対する評価の合計が10点以下のユーザ

このグループには6人のユーザが属している。このグループのユーザは、提案システムで制作したポスターに対する評価が比較的高く、4項目すべてで評価結果に有意差がついている。中でも、面白さに対する評価に大きな差が出ていた。

このグループに属しているユーザの自由記述では、好意的な意見が比較的多く得られた。また、システムの機能向上に関する意見も多く得られ、ユーザがシステムに対して興味を持ち、好意的な評価をしていることがうかがえた。

##### (b) グループⅡ：支援のないシステムに対する評価の合計が11点～16点のユーザ

このグループには11人のユーザが属している。このグループのユーザは支援シス

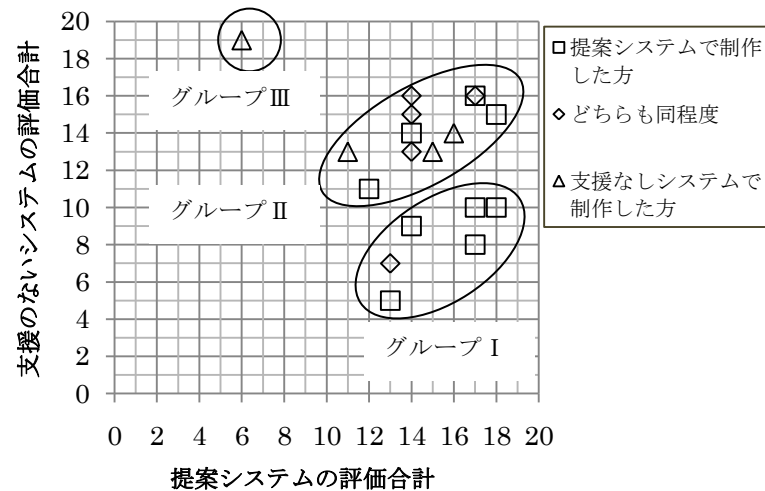


図 7. ユーザごとの評価合計点

テムで制作したポスターに対する評価がやや高く、提案システムで制作したポスターへの評価もそれと同程度である。評価結果では、ほとんどが有意差なしの結果だったが、美しさの評価には有意差がみられた。

このグループに属しているユーザの自由記述には、以下のようなものがあつた。  
[意見 1]自分一人では思いつかない構図や配置が出てくるので、便利だと思った。  
[意見 2]整然としたポスターが好きなので、システムの提示する案を生かせなかった。  
[意見 3]制作前にある程度イメージを作ってしまう人には不向きかもしれない。

意見 1 は、システムの基本方針の 1 つが満たされていることを示している。次の意見 2 は逆に、提案システムでは整ったポスターを提示する機能が不足していることが指摘されている。また、意見 3 は複数のユーザから寄せられた。ユーザが探索開始時点である程度のデザイン案を持っている場合には、最初のランダムな探索があまり効率的でなくなるため、評価を下げる要因になると考えられる。このグループに有効な支援を行うには、この部分での改良が必要になる。

(c) グループ III：支援のないシステムに対する評価の合計が 17 点以上のユーザ

このグループに属するユーザは 1 人である。このユーザは支援の無いシステムで制作したポスターに対する評価が非常に高い。一方で、提案システムで制作したポスターには強い不満を持っているとわかる。このユーザの意見記述およびヒアリングから

は、「レイアウト要素を回転させず、上から順に並べたいと思うので、提示されるデザイン案には抵抗を覚えた」とのコメントを得た。すなわち、このユーザはデザインの経験こそないものの、制作に対する独自の価値観や方法論を持っていたため、提案システムの行う支援のコンセプトに共感できなかったと考えられる。こういったユーザに対して支援を行うには、ユーザの方法論とランダムな探索の間をつなぐことができるような、何らかの機能が必要であると考えられる。

## 5. おわりに

本研究では、デザインに不慣れな人でも簡単にポスターが制作できるよう、対話型進化計算を用いた支援システムを設計し、データ構造や位置決定のアルゴリズムを提案した。また、主観評価実験を実施し、提案システムがより美しく、面白いポスターを作る効果があることを確認した。さらに、ユーザごとの傾向分析や自由記述から、デザイン活動に対して以下のようなことがわかった。

- ・ 面白く奇抜なポスターより、整ったポスターを求めるユーザも多い。そのため、現在のシステムではランダム性が高く、不満に思うユーザも多い。
- ・ レイアウト要素の追加とレイアウトの設計を同時進行で行うユーザも存在する。

今後の課題としては、今回の実験でユーザが制作したポスターについて、第三者から客観的に評価してもらう実験を予定している。その後、これらの実験結果を踏まえ、システムにさらなる改良を加えていく事が重要であると考えている。

## 参考文献

- 1) J. Romero, P. Machado: The Art of Artificial Evolution: A Handbook on Evolutionary Art and Music, Springer, (2008).
- 2) L. Graham: Basic of design: layout and typography for beginners, Cengage Learning, (2002).
- 3) H. Takagi : Interactive evolutionary computation: Fusion of the capabilities of EC optimization and human evaluation, Proceedings of the IEEE, vol.89, no.9, pp.1275-1296(2001)
- 4) 濱田 悠介, 狩野 均: 発想支援機能を有する対話型進化計算による Web ページのデザイン生成システム, 計測自動制御学会 第 35 回知能システムシンポジウム IC2-1, (2008).
- 5) N. Monmarché, G. Nocent, M. Slimane, G. Venturini, P. Santini: Imagine: a tool for generating HTML style sheets with an interactive genetic algorithm on genes frequencies. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC'99), pages 640-645, (1999).
- 6) A. Oliver, N. Monmarché and G. Venturini: Interactive design of web sites with a genetic algorithm. Proceedings of the IADIS International Conference WWW/Internet, pages 355-362, (2002).
- 7) 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, (20003)