

感性を反映できるポスター作成支援システム

宮崎 隆之[†] 萩原 将文[†]

本論文ではユーザの感性を反映したレイアウト案を作成してユーザに対し支援を行うシステムを提案する。感性をデザインに反映させる従来の工学的手法は、ポスターのレイアウト等の自由度の高い問題に対して有効ではなかった。提案システムは(1)遺伝的操作をもとにしてレイアウト案を創出する部分と(2)レイアウトから受ける印象をファジィ推論により評価する部分との2つの部分からなる。システムが創出したレイアウト案の印象をシステム自身が評価し、システム全体はユーザの要求との近さを用いて遺伝的アルゴリズム(GA)の枠組みで動作する。それによりユーザの要求する印象を持つ多様なレイアウト案が形成されていく。ファジィ推論には人間の印象の受け方を考慮した、べき乗重み付き平均型のルール統合法を提案し用いている。さらにユーザへの適応を可能にするために、2種類の逐次的な学習法を用意している。評価実験を通じ、ユーザの感性とシステムの推論との相関、印象語を満足する案が創出される割合、および創出した案の多様性等において、感性の取扱いや支援性能の有効性、および学習によるユーザへの適応の効果を確認した。

A Poster Creating Support System to Reflect Kansei

TAKAYUKI MIYAZAKI[†] and MASAFUMI HAGIWARA[†]

In this paper a system that can reflect users' *kansei* for aiding users in creating posters is proposed. The conventional technical methods to treat *kansei* in designing are not effective for such problems that have high degrees of freedom like layouts in posters. The proposed system has two major parts; (1) a part to create layouts using genetic operations; (2) a part to estimate impressions of layouts in posters using fuzzy inference. The proposed system can estimate impressions of the layouts created by the system and works based on genetic algorithm (GA) subject to the nearness between the estimation and the user's demands, so the created layouts can reflect the user's demands. For composition of fuzzy rules a *p*th powered weighted average method in consideration of sensibility of human is proposed. In addition two kinds of on-lined (sequential) learning method of fuzzy rules are proposed to adapt user's *kansei* more effectively. The validity of the proposed system is confirmed by experiments, for example, correlation between users' valuation and estimation of the system, ratios of successful layouts to layouts presented by the system and variety of types of layouts.

1. はじめに

人間と機械との大きく異なる点の1つに、感性の有無があげられる。近年、個人の好みの多様化がいわれているが、それに対応すべく、感性を工学的に取り扱う手法が望まれており関心を集めている^{1)~16)}。

人間の持つ真の感性を計算機で実現することは非常に困難であるが、多少なりとも機械が人間の感性を真似ることができれば、柔軟なヒューマンインタフェースとして、発想や創作の支援^{6)~13)}、人間の感覚に沿った形での情報検索^{14)~16)}などの分野において役立つと考えられる。本研究では創作の支援の枠組みにおいて

感性を取り扱い、例としてポスターを題材に用いる。

ポスターは文書やプレゼンテーション、広告などと並び需要の大きいエディトリアルデザインと呼ばれる分野の基本となるものである。この分野については文書のレイアウト^{17)~19)}や文書の自動認識に必要な構造解析^{20)~21)}に関連する研究は多い。しかし感性との関連についてはほとんど考慮されておらず、ポスターのように中でも感性の要求される度合の大きいものは対象とされてこなかった。

一方、ポスターを作成するにあたり多機能・高性能な描画ツールは数多く存在している。しかしそれらはユーザが感性を反映させる際の手段にはなりうるが、ユーザに対して感性を反映するには白紙の状態からどうすればよいかについてはまったく教えてくれない。

デザインの分野で感性を工学的に扱う研究に、代表

[†] 慶應義塾大学理工学部

Faculty of Science and Technology, Keio University

的な手法として長町らの手法⁶⁾がある。これは多変量解析を用いてデザイン要素と印象語との関係を見出し、要求された印象語に合うデザイン要素の最適な組合せを求める手法である。しかしデザイン案をデザイン要素の組合せで表現するため自由度が高くないといえる。またポスターでは、内容によって要素の構成や数など割り付けるものが異なってくるため、適用が難しいと考えられる。

また森らの手法⁸⁾は、ファジィ逆推論をデザインに応用することによりデザイン案に幅を持たせている。しかしデザイン案は個々のデザイン要素に関するもののみであり、さらにユーザへの提示法が数値や言葉を用いる形式である。そのため全体像に関しては人間が自分でデザインせねばならず、支援機能としては直観的であるとはいえない。

以上の手法は一般に共通なデザイン要素と印象語との関係を求める部分に主眼をおいているといえる。ゆえに、多様な個人の感性や流行による感性の変化などには対応が難しい。

一方、個人の感性を扱う手法に概念空間⁹⁾を用いるものがある。サンプルへの評価を用いて概念空間を張り、サンプル間の内挿によりデザイン案を創出する。しかし空間を張るためには偏りのない適切なサンプルを要求する。またデザイン対象が変わると空間の互換性がないため、毎回空間を張り直さねばならない。さらに、得られたデザイン案に関するフィードバックについては考慮されていない。

本研究では、レイアウト案を実際に作成、提示することによりユーザが感性を反映する部分を支援する「感性を反映できるポスター作成支援システム」を提案する。提案システムは、一般普遍的なデザイン要素と印象語との関係をもとにして、個人の感性の特徴を学習する。さらに、それを大きな自由度を持つポスターのレイアウト問題に適用し、実際にデザイン案を作成・提示してユーザを支援することに重点を置く。レイアウトや感性、そしてそれらの関係を工学的に計算機上で扱うには、ある程度の定量性が必要であるが、人はそれを定性的に理解し扱うことが多い。そこで本研究ではレイアウトと感性の関係に関して、定量的な情報の扱いと定性的な情報の扱いとの間を取り持つことが可能なファジィルールで表す。ここでは従来法の多くに見られるようにレイアウト作成に直接ルールを用いるのではなく、ルールをレイアウトの評価に用いている。さらに遺伝的アルゴリズムと組み合わせることにより、レイアウトのような自由度の高い問題にも対応が可能となり、しかも多様なデザイン案の提示が

可能となる。

デザインに対する感性的評価へファジィを応用した先行研究には、たとえば文献 10), 11) がある。一方、GA を用いてデザインを行う手法の研究としては文献 12), 13) がある。

まずファジィの応用に関する研究のうち、長町らの手法⁶⁾にファジィを応用した文献 10) の手法は、“if 形容詞 = a_i then デザイン要素 = b_{ij} ” というルール駆動型のデザインシステムとなっている。そのため色彩のような補間の有効なデザイン問題には適しているが、GA を併用することによりデザインを作成する提案手法に比べると、レイアウトのような自由度の高い問題には不利である。また小松らの手法¹¹⁾は、感性的評価を行うにとどまり、そこから新たにデザインを行う手法についてはまったく言及されていない。

一方、GA を用いてデザインを行う手法^{12), 13)}は、ともに、人為選択をデザインの適合度評価として用いている。すなわちユーザが逐次、システムが提示するデザインの中から気に入ったものを選択することによってデザインを進化させていく手法である。そのため、明示的には記述できないような好みを反映させることができるという利点がある。しかし逆に、システムに対して意図を明確に伝えられないため、ユーザにとって選択基準が一貫しないものとなったり、意図と異なる進化が生じてしまったりすることもありうる。またユーザにとって選択の手間が大きいことも欠点としてあげられる。

提案手法では、感性評価を逐次ユーザが行うのではなくファジィ推論により代行してやり、GA の枠組みを用いて希望する評価に合ったデザイン案を作成する。つまり、ファジィ推論だけでは対応しきれないデザインの自由度に関する問題点を GA と組み合わせることにより補い、一方で GA だけの場合に存在していた前述のような問題点に関しては、ファジィ推論と組み合わせることによって解決している。

以下、2 章で提案システムについて説明する。3 章では評価実験について述べ、4 章を結論とする。

2. 提案システム

まず提案システムの概要を図 1 に示す。提案システムは、全体的には遺伝的アルゴリズムの枠組みで動作し、遺伝的操作をもとにしてレイアウト案を創出する部分と、レイアウトから受ける印象をファジィ推論により評価する部分との 2 つの部分から成り立っている。

まずユーザは、レイアウト要素と、必要に応じてその意味的な構造を入力する (図 1 中 [1])。その形式は

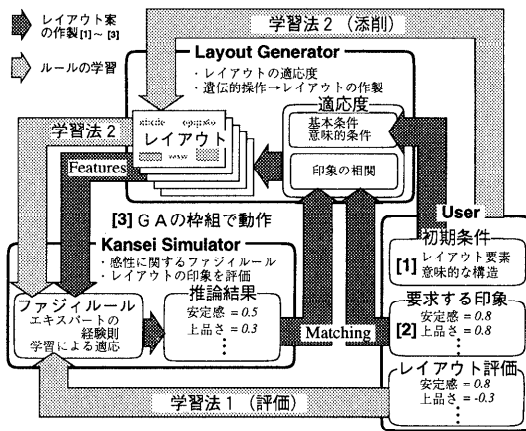


図 1 システム図

Fig. 1 Construction of proposed system.

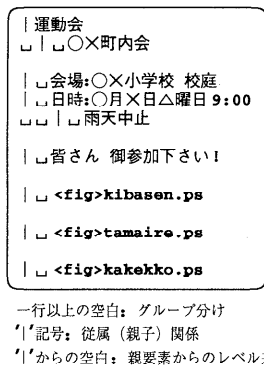


図 2 要素の入力方法

Fig. 2 Input method of elements of layout.

図 2 に示すアウトラインプロセッサに似た書式とした。レイアウト要素には文字列と図版の 2 種類を考慮している。また意味的な構造に関しては、要素の階層的なレベルとグループ関係への対応を考慮した。

次にどのようなレイアウトが欲しいか、印象語に対する要求の度合を図 3 のようにスライダを用いて入力する (図 1 中 [2])。本論文では印象語として、文献 22)~25) などレイアウトに関する言葉を集めた中から、因子空間²⁶⁾上で互いに離れた 12 語を選択し用いている。

それらの情報に基づきシステムがレイアウト案を数枚作成し提示する (図 1 中 [3])。その動作の概要は次のとおりである。まずシステムが創出したレイアウト案の印象をシステム自身の評価部で評価する。評価にはレイアウトの特徴と印象語への影響との関連をもとにファジィ推論を用いる。推論した印象とユーザの要求との近さをレイアウトの適応度として、再び次世代のレイアウト案を創出する。システム全体が遺伝的

アルゴリズムの枠組みで動作することにより、ユーザの要求する印象を持つレイアウト案が次第に形成されていく。システムが提示したレイアウト案の中に気に入ったものがあればユーザは仕上げを施し、なければ次の候補を求める。

また、ユーザへのさらなる適応を考慮してルールの学習機構を用意している。詳細については後述するが、その方法にはレイアウト案に対するユーザの評価を用いるものと、添削によるものと 2 種類がある。ユーザの感性は同じ印象語や同じレイアウトの特徴に関しても人それぞれで少しずつ異なるが、学習によってユーザの感じ方にルールを近付けることが可能である。

2.1 印象評価の推論部

次にレイアウトに対する印象評価の推論法について説明する。本研究では感性を取り扱うのに改良型ファジィ推論法を利用する。ファジィ^{27)~29)}は定量的な情報の扱いと言語的・定性的な情報の扱いの間を取り持つことに適しているため、それを用いることによりエキスパートの知識や、経験的、感覚的なルールを取り扱うことが容易となる。

レイアウトに関しては配置パターンから受ける印象に関するエキスパートの経験則がある程度存在しており^{22)~25)}、それらをもとにファジィルールを記述する。実際のポスターでは、フォントや色といった要素もレイアウトに並び重要な要素であるが、ここではレイアウトによる感性的な効果を調べるためにそれらについては扱わない。しかしルールさえ用意すればフォントや色に対しても同様な枠組みで容易に拡張が可能である。

ルールの形式は前件部にレイアウトの特徴量の条件を記し、後件部には印象語への得点を記述する。

Rule r : if x_1 is L_{1r} and x_2 is L_{2r} ... (前件部)
then $I_1 = K_{1r}$, $I_2 = K_{2r}$... (後件部)

ここで前件部における x_i は特徴量、 L_{ir} は特徴量を表すラベルであり、ラベルに対応するメンバシップ関数 $f_{ir}(x_i)$ の形状は次式に示す釣鐘型を用いた。

$$f_{ir}(x_i) = \frac{1}{1 + ((x - c_{ir})/a_{ir})^{2b_{ir}}} \quad (1)$$

また、後件部における I_k は印象語 k への度合、 K_{kr} は印象語 k に対するルール r の得点であり、 $-1 \leq K_{kr} \leq 1$ である。ルール r の前件部に設定した条件が印象語 k を満たすとき K_{kr} は正の値をとり、逆の印象を与える効果があるならば負の値をとる。また、前件部の条件がその印象語 k と無関係であれば $K_{kr} = 0$ である。

後述する評価実験用に実装したシステムには、12 語

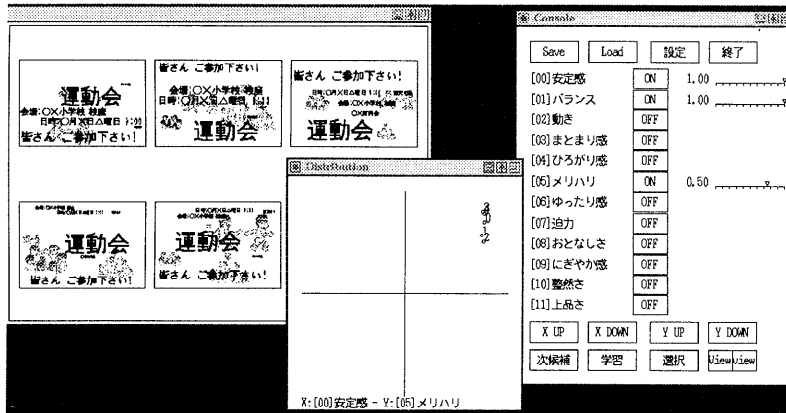


図3 実装したシステムの実行画面

Fig. 3 Implementation of the proposed system.

表1 ある被験者により学習させたファジィルールの例
Table 1 Examples of trained fuzzy rules.

番号 r	ルール	安定感	迫力	上品さ
05	センタリングが多い	0.96	0.17	0.10
32	底辺が大きい	0.85	0.45	0.44
02	中心に大きな核となる要素	0.81	0.34	-0.68
54	要素が上向き三角形に分布	0.79	0.00	0.02
03	要素が紙面の四隅を占める	0.78	0.61	-0.08
16	フォントサイズが小さい	-0.54	-0.96	0.88
40	版面が縦長である	-0.80	-0.09	-0.00
42	重心が上に寄っている	-0.86	-0.24	-0.29
31	空白が偏りかつ大きい	-0.93	-0.55	-0.69
18	重心が底辺の外側にある	-0.96	-0.43	0.00

の印象語に関して総数 58 個のルールを使用した。ファジィルールの一例を表 1 に示す。この表における後件部の値 K_{kr} は、後に説明する学習法を用いてある被験者が学習を行った結果、得られた値の例である。

たとえばルール 5 については次のように適用する。レイアウトを決定するパラメータには次節で説明するように、各レイアウト要素の絶対座標、サイズ、従属要素との相対位置関係を用いる。そこで、まず各レイアウト要素に関して絶対座標 (x 座標) とサイズとを用いて、レイアウト要素の中心 x 座標を計算する。次にレイアウト要素の総数に対して、中心 x 座標がある一定の誤差の範囲内で揃っている要素、および相対位置関係がセンタリングになっている要素の数の割合を求める。最後にそれが「大きい」かどうかをメンバシップ関数にあてはめてメンバシップ値を求める。

ルール r への適合度は、次式で示すように前件部のすべての条件に関するメンバシップ値の積で与える。

$$g_r = \prod_l f_l(x_l) \quad (2)$$

そして全ルールの推論結果を統合することによりレイアウトの各印象語への度合を計算する。

推論結果の統合方法には、ルールへの適合度 g_r による得点 K_{kr} の重み付き平均を用いる。しかしここでは、ルールへの適合度が印象の強さにも考慮されるべきであること、および人間が印象の強いものにより強く注目し、弱い印象はほとんど関与しないことを考慮し、次のようなべき乗重み付き平均を提案し使用する。

$$I_k = \frac{\sum_r |g_r K_{kr}|^p g_r K_{kr}}{\sum_r |g_r K_{kr}|^p} \quad (3)$$

p を大きくするほど小さな推論値はさらに弱められる。

このルール形式でルールへの適合度を推論結果に含めない場合、たとえば、あるルールが微少に適合し、他のルールにはまったく適合しない場合、実際には適合度が微少であるにもかかわらず、そのルールの持つ印象語への推論結果が過大評価されてしまう。また、適合度を推論結果に考慮した場合でも、通常の重み付き平均による統合法では、各ルールが同方向で大小異なる値を持つ際に、統合した推論結果は小さい方の値の影響を受けやすい。すなわち、印象語によくあてはまるルールがあっても、あてはまりの悪いルールが 1 つでも存在するとその印象語に対する推論結果は低い値になってしまう。一方、式 (3) に示す適合度を含めたべき乗重み付き平均によるルール統合法では、大きな値を持つルールほど影響力が大きくなるように設計しているため、そのような問題は解決されている。いわば、 K_{kr} が同じ符号を持つルールに対しては最大値を持つルールの影響が大きく、逆向きのルールを含む場合には重み付き平均的な動作を行うルール統合法といえる。

2.2 GA によるレイアウト案の作成部

次にレイアウト案の作成について説明する。提案手法ではレイアウト案の作成に遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: GA)^{(27),(30)}を使用する。

その理由は次の3点である。

- GA は解法を与えなくても評価ができれば問題への対処が可能な手法である。直接的な手法の指定が難しいレイアウト問題に対しても、要求する条件を評価値として与えてやればそれを満たしたレイアウトが得られることが期待される。
- 要求するレイアウトに関する条件が曖昧かつ複雑であっても、少なくとも実用解が得られる。
- 印象語からレイアウト案を決定するルール駆動型のレイアウト作成法ではレイアウトが一意に決まってしまうが、ルールを評価のみに使えるためにそれを満たす多様なレイアウト案を作成可能である。

GA を用いることの欠点としてはレイアウトの細かい点に関する調整が難しいことがあげられる。しかし提案システムのユーザに対する支援ツールという目的を考えれば、最終的な調整はユーザの美的感覚に任せの方が良いと考えている。

ここでは1レイアウトをGAにおける1つの個体とし、各レイアウト要素の絶対座標、サイズ、意味的に従属する要素との相対的な位置関係の3種類の情報を固定長でバイナリコーディングする。後に示す実装例においてはコーディングは次のように行った。例としてA4版の紙面をあげると、用紙のサイズを842×595ポイントで表す。1つのレイアウト要素について、まず座標は紙面サイズに合わせてポイントの単位を用い、 x 座標、 y 座標を各8bitの2進数で表現した。次にサイズに関しては7bitを割り当て、レイアウト要素が文字の場合と図版の場合とで異なる最大・最小ポイント数をあらかじめ設定しておき、その間の値を使用した。意味的な階層構造を持つ要素間に関しては、階層関係を保持したまま効率良く配置を行うために、ここではインデント、左揃え、右揃え、センタリング、上揃え、下揃え、中央揃えの7種類の位置関係の組合せで位置決めを行うことにし3bitを割り当てた。すなわち、階層的に最上位の要素は独立に位置決めを行い、それらに従属する要素は上位との位置関係を用いて配置を行う。ただし、GAの個体数や世代数を増せば時間はかかるがこのような機構を入れなくても意味的な条件も満たすことは可能である。

遺伝的操作は通常のGAと同じものを使用し、エリート保存、選択淘汰、2点交叉、突然変異を行う。つ

まり、固定長のビット列の形に表した個体(レイアウト)群に対し、個体どうしの部分的な入れ換え操作やビットの反転操作を確率的に行うことにより新しい個体を生み出す。その中で適応度と呼ばれる評価値の高いものを次の世代に残していくことによって、問題に適した個体すなわちレイアウトが得られるようになる。

GAにおける個体の適応度の評価は、まずレイアウトにおける基本的な条件を満たす個体に対してのみ行う。ここで基本条件とは、

- レイアウト要素の紙面からはみ出しがない。
- 同種類の要素間の重なりがない。

の2つをさす。ただしこれらを満たさないレイアウトを致死遺伝子として扱うことは効率が悪い。そこではみ出した要素がある場合には強制的にその要素を紙面内に移動させ、重なりのあるレイアウト間には反発する方向に少しずつ移動させることにより、基本条件を満たす個体を増やす。移動前の配置をできるだけ活かすように、重なりを排除するための移動距離は、重なり的大小と紙面端までの距離に比例し、要素のサイズに反比例するように設定した。

GAは意味的な条件と、感性に関する条件を満たすことに専念する。個体の適応度は、意味内容についての評価と、レイアウトの印象についての評価とから計算する。意味的な評価としては、

- 意味の重要な要素ほどサイズが大きい。
- 同じグループに属する要素は他グループの要素よりも近い。
- 上位の要素は下位の要素の左上上に位置する。

の3つをファジイルールによって表現し、あらかじめユーザが入力した意味的レベルとグループ関係を用いて計算する。

また次式に示すように、感性の評価に関する個体の適応度 fit には、ユーザの要求に近いレイアウトを得るために、ユーザの要求する印象とシステムの推論値との相関を用いている。

$$fit = \frac{I_{sys} \cdot I_{user}}{|I_{sys}| |I_{user}|} \frac{\min(|I_{sys}|, |I_{user}|)}{\max(|I_{sys}|, |I_{user}|)} \quad (4)$$

ただし I_{user} 、 I_{sys} はそれぞれ各印象語に対してのユーザの評価値とシステムの推論値とを並べたベクトルである。

2.3 ルール後件部の学習

ユーザの感性は同じ印象語や同じレイアウトの特徴に対しても、人それぞれに少しずつ異なる部分が存在する。提案システムではユーザへの適応を考慮して、ルール後件部に関する逐次的な2種類の学習法を用意している。1つはユーザによるレイアウトへの絶対

評価を用いた学習法（学習法 1）であり、もう 1 つはユーザによるレイアウトの添削を利用した学習法（学習法 2）である。

2.3.1 絶対評価による学習（学習法 1）

システムが提示したレイアウトに対し、ユーザが評価値を入力する。印象語 k に関するユーザの評価値 $I_{k\ user}$ とシステムの推論値 $I_{k\ sys}$ との誤差勾配を利用して後件部の値 K_{kr} を更新する。学習法 1 はユーザの評価値とシステムの推論値とが近づくように推論結果の値の大きさを決定することが主な目的である。ルール r における後件部の印象語 k に関する更新式は次式のとおりである。

$$\Delta K_{kr1} = -\eta_1 \frac{\partial}{\partial K_{kr}} \left\{ \frac{1}{2} (I_{k\ user} - I_{k\ sys})^2 \right\} \quad (5)$$

ここで η_1 は学習係数である。

2.3.2 添削による学習（学習法 2）

ユーザが最終調整などの際に自分の意図に沿うようにレイアウトを修正することにより学習を行う。レイアウトを修正するとルールの適合度とともにユーザの印象も変化する。これらの変化は互いに関係の深いものと考えられ、それを利用して後件部の値 K_{kr} を更新する。この学習法は、ルールと印象語との関連の強さとその方向、すなわち K_{kr} の大まかな大きさと符号の向きを学習するのに有効である。

$$\Delta K_{kr2} = \eta_2 (g_{r\ after} - g_{r\ prev}) \cdot (I_{k\ user\ after} - I_{k\ user\ prev}) \quad (6)$$

ただし $g_{r\ prev}$, $g_{r\ after}$ は添削の前後におけるレイアウトに対するルール r の適合度, $I_{k\ user\ prev}$, $I_{k\ user\ after}$ は添削の前後におけるレイアウトに対する印象語 k に関してのユーザの評価値, η_2 は学習係数である。

2 つの学習法における学習係数に関しては η_2 は η_1 よりも小さく設定する方が良いといえる。学習法 2 は明示的にルールを選んで学習させるのに近い効果があるため、特定のルールに関してのみ大きく変化することが多い。さらに学習法 2 はルールと印象との関連の強さおよびその方向とを決める学習法である。そのため、学習係数 η_2 を大きく設定すると、評価値の大きさがユーザの評価値から外れてしまう可能性があるからである。一方、学習法 1 に関しては更新量が最大でもユーザの評価値とシステムの評価値との差までであり、それらの間を縮め評価値の絶対位置を決めるため学習法 2 より大きい学習係数を用いることができる。

しかし、基本的にユーザにはルールを提示していな

いので、これらの学習法では誤ったルールを学習させてしまうこともありうる。誤ったルールを学習しないように、または誤ったルールを覚えてしまったら修正できるようにするためには、学習法自体の工夫では非常に困難であり、誤ったルールに対する反例となるレイアウトについて、それが誤っていることを教えてやるしかない。しかし反例が作成・提示されるのを待つのは非効率であるため、提案システムにおいては積極的に反例が出やすくするために、レイアウトを作成する際に 1 つのルールを得点 K_{kr} に応じた確率で選択し、他のルールを β (< 1) 倍している。これにより、1 つのルールの影響が割合大きく出やすくなり、それが誤っている場合は要求する印象語とは異なる反例レイアウトが提示されることになる。また、同じ印象語に関してレイアウトに多様性を持たせる効果も同時に得られる。

3. システムの実装・評価実験

提案システムの有効性を確認するために評価実験を行った。以下、ファジィ推論のべき数 $p = 2$ 、個体数 50、世代数 100、学習係数 $\eta_1 = 0.5$, $\eta_2 = 0.25$ のパラメータを用い、システムのレイアウト案の提示枚数は一度に 5 枚とした。また、レイアウトの評価には 1 から 5 点満点の 5 段階評価を用いた。被験者による評価の 1 段階に対し、システムの推論値 $-1 \sim 1$ は 5 等分した範囲を割り当てた。

3.1 評価実験 1（予備実験）

まず評価実験 1 として「安定感」を例に、学習の際にルールが更新される様子について調べた。5 回の試行を行いその平均をとっている。

図 4 は学習法 1 を用いて学習を行ったときのルールの後件部の得点の変化の様子を示したものである。

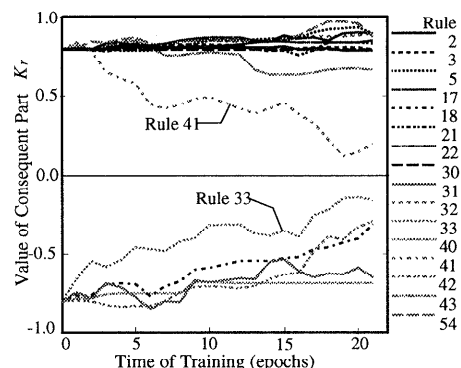


図 4 学習法 1 によるルール後件部の値の変化
Fig. 4 Transition of values on consequent parts of fuzzy rules by learning method 1.

各ルールの安定感への関連の度合いが違っていき様子が分かる。ルール 33「レイアウト要素が紙面枠に接すると不安定」はダミーで設定した誤ったルールである。不安定感の原因の 1 つに偏った大きな空白がレイアウト内に存在することがあげられるが、その際にレイアウト要素が紙面枠に接する場合が多い。そのため紙面枠への接触と不安定感との関係（ルール 33）は誤って学習されやすい傾向がある。しかし、逐次的に学習するために教師データが多様になることと、前述のルールに対する摂動の効果で反例が出やすくなったことにより値が弱まっていく様子が分かる。

また、ほかにルール 41「版面の形状が横長であると安定」というルールも同様に得点が弱まっている。これに関しては紙面自体が横向きであったために、被験者にとって版面の形状が横長であることはあまり意識されず、安定感を与える要因として感じられなかったことが反映されたといえる。

図 5 は学習法 1 と学習法 2 を併用した際のルールの後件部の得点の変化の様子を示したものである。先に追加したダミールールはそのまま残し、今度はルール 17「重心が底辺の間にありと安定」、ルール 18「重心が底辺の外にありと不安定」の後件部の初期値を 0 としたところから学習を行っている。先の結果と同様にダミーで追加したルールに関しては値が減少しており、一方で後件部の得点を 0 にしたルールに関しては早くから値が大きくなっていることが見てとれる。

以上、2 種類の学習法について述べたが、前述のように学習法 2 はルールと印象との関連の強さおよびその方向を決める学習法であるため、評価値の大きさを決めるためには学習法 1 と併用すべきである。

3.2 評価実験 2

まず評価実験方法について述べる。システムが一度

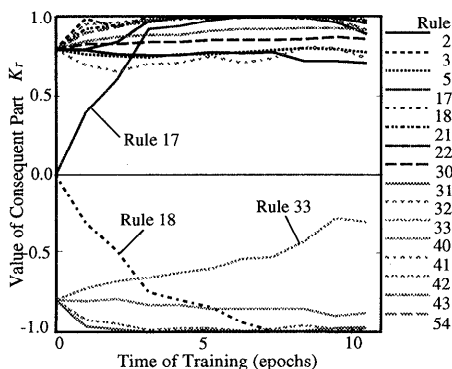


図 5 学習法 1, 2 によるルール後件部の値の変化

Fig. 5 Transition of values on consequent parts of fuzzy rules by learning methods I and II.

に適応度の高い順に 5 枚のレイアウトを提示する。それに対し、設定した印象語に合致するかを被験者が 5 段階評価し、5 点満点が合計 5 枚以上出現するまでの提示枚数を 1 つの評価基準とする。これは複数枚提示するレイアウト案のうち印象語を満足するレイアウトが何枚得られるかという割合を示す指標となる。その後、評価したのと同じ被験者がその印象語に関して学習を 10 回施す。毎回の学習において、評価による学習法 1 は一度に提示する 5 枚のレイアウト案すべてに対し行い、添削による学習 2 に関しては被験者の添削したいもののみに対して行った。そして学習後に再び、学習前と同じ方法で評価を行った。

印象語 3 語について被験者 5 名に評価実験を行い、平均した結果を表 2 に示す。この印象語 3 語は主因子平面上で互いに離れたものを選んだ。表 2 における「提示枚数」が上記の満点が出現するのに要した提示枚数であるが、ここでは満点 1 枚あたりに正規化した値を記載する。満点が 1 枚提示されるのに学習前には平均 7.8 枚提示する必要があったのに対し、学習後には平均 4.9 枚まで減少している。これは一度に提示する枚数が適応度の上位 5 枚であることを考慮すると、1 回の提示で平均 1 枚は満足なレイアウトを得られることになり、良好な値であるといえる。

図 6 および表 2 から分かるように学習前後で評価得点の平均は上昇しており、分散はほぼ減少している。

また、システムの推論値と被験者の評価値との比較を表 3 に示す。学習によって相関が上昇し、誤差は減少していることが分かる。感性の表現能力に関しては

表 2 学習前後のレイアウトに対する評価の推移

Table 2 Change of valuation for layouts before/after learning.

印象語	提示枚数 (※)		得点平均		得点分散	
	学習前	後	学習前	後	学習前	後
安定感	7.6	4.8	3.23	3.61	1.10	1.02
迫力	5.6	4.3	3.63	3.92	0.90	0.65
上品さ	10.2	5.6	3.00	3.37	1.31	1.34
平均	7.8	4.9	3.29	3.63	1.10	1.00

※満点が出現するのに要する総提示枚数（満点 1 枚あたりに正規化）

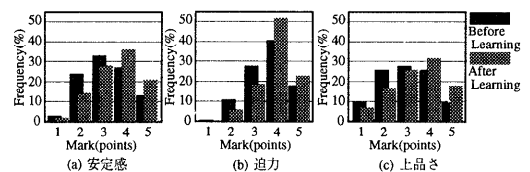


図 6 学習前後のレイアウトに対する評価値分布の推移

Fig. 6 Change of valuation for layouts before/after learning.

表3 システム推論値と被験者の評価との比較および多様性
Table 3 Comparison between user's impressions and estimations of system and variety of posters.

印象語	相関		誤差		パターン 種類数 (多様性)
	学習前 ルール	学習後 ルール	学習前 ルール	学習後 ルール	
安定感	0.66	0.77	1.01	0.70	10
迫力	0.82	0.84	0.80	0.55	11
上品さ	0.45	0.78	1.12	0.73	8
平均	0.64	0.79	0.98	0.65	9.7

学習後における相関係数が0.79であるが、この値はレイアウトの提示順序や着目点の変化などにより被験者の評価もある程度曖昧さを含むことを考慮すれば、かなりの相関があることを示しているといえる。

また多様性について調べるために、評価実験中に得られたレイアウトを被験者自身により何種類存在するか分類してもらった。その結果、50～75枚前後のレイアウト案が平均9.6種類程度の種類に分類されることが分かった。これは専門家がレイアウトを作る際に10～15種類程度のレイアウト案を用意することと比較すると、1語につき約10種類という値は十分であると考えられる。

また評価実験を通じて被験者の意見に次のようなものがあった。

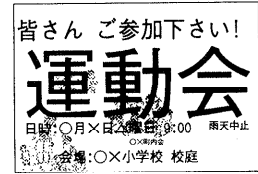
- 何もない白紙に向かって考えるより、何らかの例があるのでかなり支援として有効である。
- おおまかにでもこの程度にレイアウトができていれば少しの修正だけで済み、手間がかからない。
- 様々なレイアウト案が得られるので、様々な雰囲気を持つポスターが簡単に作れそうである。
- 考え方が固定しがちなので、思い浮かばなかったレイアウト案が提示されることにより発想に役立つ。
- 学習動作がレイアウト作成における動作にとけこんだ形式であればより良いのではないかと。
- はじめはあまり実際のレイアウトとの対応がピンとこなかった印象語に対しても、このシステムでは実例が出るために使用中にだんだんとイメージがつかめるようになった。
- 学習して得られたルールはユーザの特性を表すデータとしての性質もあるため、ルールのみを取り出して他の使い道もできるのではないかと。

これらの意見から、より主観的な評価においても提案手法によるレイアウト支援の新規性、有効性が確認されたこと、および今後の課題が分かる。

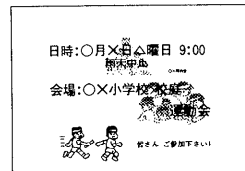
最後に、提案システムで作成したレイアウトの一例を図7(a)～(e)に示す。



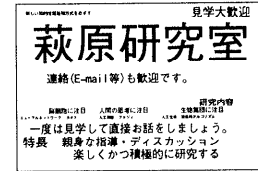
(a) 運動会 (安定感重視)



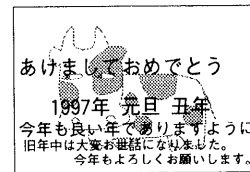
(b) 運動会 (迫力重視)



(c) 運動会 (上品さ重視)



(d) 研究室案内 (ゆったり感重視)



(e) 年賀状 (にぎやかさ重視)

図7 レイアウト例

Fig. 7 Examples of layouts.

4. 結 論

ユーザの感性を反映できるレイアウト案を作成・提示するポスター作成支援システムを提案した。

レイアウトの感性的な評価には、強い印象を重視できるべき乗重み付き平均型のファジィ推論法を提案し利用した。そしてレイアウト案の生成にはGAを用い、個体群の評価法としてはファジィ推論による印象評価を用いた。さらにファジィルールに対する2種類の逐次的な学習法を用意し、ユーザへの適応を可能とした。本研究ではレイアウトの効果のみを見るためにフォントや色は扱わなかったが、それらに関してもルールを追加し、学習を行うことで容易に拡張が可能である。

評価実験を通じ、ユーザの感性とシステムの推論値との相関、印象語を満足するレイアウト案を創出する割合、創出したレイアウトの多様性などにおいて、感性の取扱いや支援システムとしての有効性、および学習におけるユーザへの適応の効果を確認した。

謝辞 本研究を行うにあたり、専門家の立場からの大変貴重なご助言をいただきました(株)ドキュメントコンサルティングの栗田存氏に深く感謝いたします。萩原研究室、中川研究室の方々に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 辻 三郎ほか：感性情報処理の情報学・心理学的研究，文部省科学研究費補助金重点領域研究成果報告書 (1993).
- 2) マルチメディア情報処理社会と感性情報処理技術，第4回日立中研研究会 (1996).
- 3) 長沢伸也：感性情報処理と感性工学，第12回ファジィシステムシンポジウム，pp.733-736 (1996).
- 4) 大沢 光：感性，人間，コンピューター：感性を理解する，解明する，取り入れる，富士通経営研究所 (1995).
- 5) 井口征士ほか：感性情報処理，オーム社 (1994).
- 6) 長町三生：感性工学：感性をデザインに活かすテクノロジー，海文堂出版 (1989).
- 7) 森 典彦：左脳デザイン，海文堂出版 (1993).
- 8) 張 育銘，森 典彦：ニューラルネットで統合するファジィ逆推論を用いた自動車デザイン支援システム，日本ファジィ学会誌，Vol.5, No.5, pp.1233-1245 (1993).
- 9) 柿原 要，長田聡宏，大川剛直，薦田憲久：概念空間形成型設計によるキャラクタデザインシステム，情報処理学会論文誌，Vol.37, No.6, pp.1227-1234 (1996).
- 10) 真鍋浩二，松原行宏，長町三生：感性工学エキスパートシステムにおけるイメージ合成手法の提案，第8回ヒューマンインターフェースシンポジウム，pp.305-308 (1992).
- 11) 小松由香，亀井且有：ファジィ理論によるハンカチデザインの感性評価，第12回ヒューマンインターフェースシンポジウム，pp.41-44 (1994).
- 12) Sims, K.: Artificial Evolution for Computer Graphics, *Computer Graphics*, Vol.25, No.4, pp.319-328 (1991).
- 13) 畠見達夫：遺伝的アルゴリズムとコンピュータグラフィックスアート，人工知能学会誌，Vol.9, No.4, pp.518-523 (1994).
- 14) 栗田多喜夫，下垣弘行，加藤俊一：主観的類似度に適応した画像検索，情報処理学会論文誌，Vol.31, No.2, pp.227-237 (1990).
- 15) 栗田多喜夫，加藤俊一，福田郁美，坂倉あゆみ：印象語による絵画データベースの検索，情報処理学会論文誌，Vol.33, No.11, pp.1373-1383 (1992).
- 16) 中山万希志，岩本 啓，宮島耕治，糊田寿夫：ファジィ理論を用いた印象言語による顔画像検索システム，日本ファジィ学会誌，Vol.6, No.5, pp.974-983 (1994).
- 17) 齊藤和雄，林 直樹：構造化文書における文法によって表現された割り付け指定の処理方法，情報処理学会論文誌，Vol.34, No.7, pp.1507-1517 (1993).
- 18) 福井美佳，山口浩司，土井美和子，岩井 勇：文書自動レイアウトシステムにおける図表配置候補生成方式，情報処理学会論文誌，Vol.34, No.7, pp.1499-1506 (1993).
- 19) 安原 宏，小山法孝：自然言語処理を用いた日本語文書自動整形システム，情報処理学会論文誌，Vol.36, No.6, pp.1449-1455 (1995).
- 20) 山岡正輝，岩根和巳，岩城 修：パターン分類手法に基づく文書画像の構造解析，電子情報通信学会論文誌，Vol.J79-D-II, No.5, pp.756-764 (1996).
- 21) 黄瀬浩一，矢島尚子，高松 忍，福永邦雄：文書画像構造解析のためのインクリメンタルな知識獲得，情報処理学会論文誌，Vol.36, No.11, pp.2622-2631 (1995).
- 22) 内田広由紀 (編)：レイアウト事典1, 2，視覚デザイン研究所 (1984, 1985).
- 23) 和爾祥隆 (編)：レイアウトハンドブック，視覚デザイン研究所 (1979).
- 24) 牧とらと：エディトリアルレイアウト，日本ジャーナリスト専門学院 (1980).
- 25) 中田 功，栗屋 充：レイアウトメソッド，美術出版社 (1967).
- 26) 河口至商：多変量解析入門I, II，森北出版 (1973, 1978).
- 27) 萩原将文：ニューロ・ファジィ・遺伝的アルゴリズム，産業図書 (1994).
- 28) 菅野道夫：ファジィ制御，日刊工業新聞社 (1988).
- 29) 国際ファジィ工学会研究所 (編)：ファジィ思考による知的情報処理，コンピュータ・エージ社 (1995).
- 30) 北野宏明 (編)：遺伝的アルゴリズム1, 2，産業図書 (1993, 1995).

(平成9年2月4日受付)

(平成9年7月1日採録)

宮崎 隆之

昭和47年生。平成7年慶應義塾大学理工学部電気工学科卒業。平成9年同大学大学院理工学研究科電気工学専攻修士課程修了。同年(株)日立製作所入社。



萩原 将文 (正会員)



昭和34年生。昭和62年慶應義塾大学大学院博士課程修了。現在，同大学助教授。平成3年より2年間アメリカStanford大学訪問研究員。ニューラルネットワーク，ファジィシステム，GAの研究に従事。工学博士。昭和61年丹羽記念賞，昭和62年電子情報通信学会学術奨励賞，平成2年IEEE論文賞，平成6年安藤記念学術奨励賞，平成8年ファジィ学会著述賞受賞。