

デザイン描画を支援するユーザインタフェース

市野 順子[†]

田野 俊一^{††}

User Interface for Artistic Patterns Creating Support

Junko ICHINO[†] and Shun'ichi TANO^{††}

あらまし コンピュータによるデザインワークが普及し、各種の描画ソフトにおいては GUI による感覚的な操作が可能となり、3 次元画像表現、油彩絵具風の表現といった表現力も拡大し利用環境は整いつつあるように見える。しかし依然その操作はユーザのセンスや知識に任されている。本論文では、ユーザのデザイン描画を支援するシステムのユーザインタフェースを提案する。その特徴は次の 3 点にまとめられる。第 1 は、システムがデザインに関する知識をもつことである。デザインに関して分析した結果、① デザインを構成する要素は色・形・構図である、② イメージをデザインにするには、イメージを具体的なシーンとして思い浮かべ、それをもとに色・形・構図の特徴を抽出し、それらを組み合わせればデザインを描画できる、との知見を得た。そこでこれらの知識をシステムにもたせた。第 2 は、容易にイメージをシステムに伝えるユーザインタフェースをもつことである。感性を伝える媒体は言語と非言語の両方があることを考慮し、3 層の感性言葉のリストボックスからの選択、デザイン候補群からの選択、ペン・マウスによる直接操作の可能なインタフェースを設計した。また人は最初から完全には感性を把握できないことを考慮し、ユーザの感性指示とシステムのデザイン提示の繰返しができるインタフェースを設計した。第 3 は、ユーザの感性に対応してデザイン画を自動的に生成する機構をもつことである。① ファジー理論を用いてユーザのイメージを推論し、② 推論したイメージからデザイン描画に必要なパラメータを抽出し、それらを用いてデザインを生成するアルゴリズムを設計した。更に、以上の機能をもつデザイン描画支援システムを開発し、複数の被験者による使用実験、実問題への適用実験を行い有効性を確認した。

キーワード 感性情報、発想支援、知的ユーザインタフェース、ファジー連想記憶

1. ま え が き

最近のパソコンやワークステーションの急激な普及に伴い、描画ソフトを使ったコンピュータによるデザインワークが普及しつつある。各種の描画ソフトでは、グラフィカルユーザインタフェース (GUI) による感覚的な操作が可能となり、コンピュータグラフィックス (CG) 技術を使った 3 次元画像表現、油彩絵具の雰囲気の模倣といった表現力が拡大し、高度な環境が利用可能となっている。しかし、依然、その操作は作者のセンスやスキルに任されているのが現状である。

多くの描画ソフトでは、円や長方形、自由曲線といった基本図形のボタンをパレットの中から選択してウィ

ンドウ上にレイアウトし、色その他の属性を定義することによってデザインが作成できる。しかし、「どんな形を使うか」、「その形をどこに配置し、どんな色にするか」といった決定はユーザに完全に委ねられている。頭に浮かんだイメージを具体的なデザインにする場合、センスや専門知識のないユーザにとっては大きな負担である。

そこで、システム自身がユーザの感性を理解し、ユーザのイメージをデザインにするまでの作業を支援することができれば、上記の問題はかなり解消できると考えデザイン描画を支援するシステムの研究を進めてきた [1] ~ [4]。

本研究では、点・線・面等の 2 次元の幾何学図形に色をつけた抽象的なデザインを対象に、デザインイメージをユーザとシステムが相互に伝え合いながら、ユーザの描きたいイメージをシステムが推定し、ユーザのデザイン描画を支援するシステムについて報告する。

本論文では、2. で、画像メディアにおける発想支援、感性情報処理に関する従来研究を分析し、問題点をま

[†] 大日本印刷株式会社、東京都

DaiNippon Printing Co., Ltd., 3-87-4 Haramachi, Shinjuku, Tokyo, 162-0053 Japan

^{††} 電気通信大学大学院情報システム学研究所、東京都

Graduate School of Information Systems, University of Electro-Communications, 1-5-1 Chofugaoka, Chofu, Tokyo, 182-8585 Japan

とめ本研究でのアプローチを示す．3. で、イメージをデザインするために必要な知識を分析し、システムがもつべき知識を明らかにする．4. で、頭に浮かんだイメージを具体的なデザインにする作業を支援するためのユーザインタフェースに必要な条件を考察し、それをもとにユーザインタフェースを設計する．5. では、提案システムを実現する方法として、ファジー理論を用いてユーザの描きたいデザインイメージを推論するアルゴリズム、デザイン画を自動生成するアルゴリズムについて説明する．6. で、システムの評価実験を行う．7. で今後の課題を述べ、最後に、8. で成果をまとめる．

2. 従来手法の分析と本研究のアプローチ

2.1 本研究の目的

人間は皆、素晴らしい感性をもっているが、その素晴らしい感性を自分自身で把握、理解、表現することは得手、不得手の差が大きい．こういったことが苦手な人の感性的活動をコンピュータが少しでも支援できれば、発想や創作の支援、顧客の隠れたニーズの開拓、情報検索などにおいて役立つと考えられる．

本研究では画像メディアを扱った感性情報処理研究の一つの例題としてデザインを対象にして取り上げ、デザイン描画という創作活動を支援するシステムの実現を目的とする．概念的な「うれしい」、「かなしい」といったイメージを、点・線・面等の2次元の幾何学図形に色をつけた抽象的なデザイン画（例えば図4）として表現する作業を支援することが目的である．

2.2 従来研究の問題点

デザインをコンピュータで支援する研究には、文献[5]～[8]、[34]などがある．文献[34]はユーザからのコンセプトや仕様の指示をもとにシステムがそれに関するデザイン知識を提示するという動作の繰返しによってマルチメディア作品の制作を支援している．文献[5]は遺伝的アルゴリズムを用いてレイアウト案を創出しファジー推論を用いてその印象を評価し、ポスター作成を支援している．また、文献[6]は印象に関するアンケートから多変量統計解析の一手法である数量化Ⅰ類を適用して感性モデルを構築し、文書のフォーム（配置やフォントなど）作成を支援している．文献[7]は画像情報と音響情報を扱ったマルチメディア情報の感性合成処理の概念モデルを提案し、マルチメディア作品のプレゼンテーションの作成支援システムを作成している．文献[8]は連想記憶とファジー理

論を応用してシステムキッチン設計支援のための感性データ処理法について考察している．

更に先端的な取組みとして、システムの知識を用いて批評を行うことによるデザイン支援の提案[33]や、その手法の分析を行った研究[36]、[37]がある．文献[35]では人とコンピュータのコラボレーションに関する既存の研究を挙げた上で、この分野の研究のアプローチをまとめている．

また、画像メディアと感性を扱った従来の研究は、テーマとして色を取り上げた研究[9]～[13]が中心であった．これらは主に色や配色とそれに対する人間の印象の関係を分析して感性情報の抽出、理解、分析、表現等を行っている．例えば文献[10]では画像から“目立つ”色を取り出しその画像のイメージカラーを選定する方法を提案している．また、色以外に、構図を取り上げた研究[15]、[16]もある．例えば文献[15]では画像処理により構図の与える印象を抽出している．柄と色を扱った研究[20]は、ファジー理論により感性モデルを構築しハンカチのデザインを評価している．構図・色を取り上げたものに関しては、風景描写文から風景画像を自動的に作成する研究[21]がある．その他、色と構図、色とパターンなど感性と結びつく要素を複数組み合わせで扱った研究[17]～[21]などもある．画像検索の一つの方法として感性情報を扱った研究[11]～[14]も盛んに行われている．例えば、形容詞などの感性語を入力するとあらかじめ統計的に求められた感性語と画像データとの関係から対応する候補が提示される感性データベース及び検索システムの研究[11]～[13]などがある．

以上示したように、多くの研究がなされているが、本研究が目的とする抽象的な2次元のデザイン描画支援システムの実現においては、下記にまとめる問題点があり研究課題となる．

（1）システムがもつ知識の不十分さ

デザインに関する知識やセンスを備えていないユーザのデザインワークを支援するためには、それをシステムが備えていなければ支援することはできない．知識をもっていなければ、ユーザの描きたいデザインを汲み取ることも、デザイン描画という創作活動の一助となることも不可能である．システムがデザインに関する知識をもつためには、デザインはどのような要素から構成されているのか、人がデザインに対して抱くイメージはどのような特徴に起因しているのか、またどのような要素をどのように組み合わせればイメージ

をデザインとして表現することができるのかについて考察する必要がある。

色を扱った研究 [9] ~ [13], 構図を取り上げた研究 [14], [15] は, ただ一つの感性的要素を扱っているにすぎない。また色と柄 [20], 色と構図 [21] の研究は色と主要素としてもう一つ要素を追加し 2 種類の感性的要素を扱っているだけである。これらは感性的要素の一部に着目し, それらを個々に分析しているにとどまており, 人間の感性的知識を総合的には分析できていない。特に本研究が対象とする幾何学図形をベースとしたデザインに対しては, 従来手法で用いられているデザイン知識では十分対応できない。

(2) 感性を伝達するためのユーザインタフェースの考察

人間とコンピュータで協同して作業を行うにはお互いの意思の疎通がその作業の出来を大きく左右する。デザインのイメージというあいまいな情報を伝達する場合には, その伝達形態によりいっそうの配慮が必要である。ユーザにとって最も伝えやすいかたちでイメージを伝えることを可能にするためには, 上記 (1) の考察をもとに, ユーザとシステムが互いにデザイン・イメージを伝え合う場合にどのようなことを考慮すべきかを分析し, ユーザインタフェースを設計する必要がある。

ポスター作成支援の研究 [5] や文書作成支援の研究 [6] では, ユーザは感性語という言葉のみを用いて好みをシステムに伝えている。人間の好みやイメージといったあいまいな情報をこれらの言葉のみで伝えることは困難であり, もっと感覚的にシステムに伝えることができなければならない。

また, 研究 [5] ~ [8] で用いている感性を表す感性語・印象語は, 「シンプルな」, 「にぎやかな」といった抽象的で画一的な言葉にすぎない。描きたいイメージがこのような抽象的である場合はよいが, もっと具体的にはっきりとしたイメージをもつ場合はこれらの言葉はあいまいでもどかしく感じられる。感性, イメージは人によって様々な言葉で表現されるという特徴に柔軟に対応できていない。

特に本研究で対象とするデザインは抽象度が高く, デザイン・イメージと作品とのギャップが大きいため, 感性伝達の容易なユーザインタフェースが求められる。

(3) デザインを自動生成するためのアルゴリズムの欠如

ユーザがシステムに伝えたデザイン・イメージとい

うあいまいな情報だけではユーザのイメージを完全に把握することはできない。ある言葉に対する人間の反応と同様に, システムもその情報から別のことを連想し与えられた情報を補完しながらユーザの感性を推定する必要がある。

人間が紙やキャンバスに絵を描くときの筆の運びは感覚的なものであることが多い。人間ならば例えば画用紙に対して「下から上にざっと線を引こう」ぐらいのおおまかで絵を描き出すことが可能だが, コンピュータは人間のようにはいかない。「画用紙の下から〇センチのところから〇センチ幅の線を〇度の方向に向かって描く」といった具合に非常に細かく項目や動作を決定しなければコンピュータは絵を描けない。つまり, どのようなパラメータをどのように用いて構成すればデザインが生成できるかを考察する必要がある。しかしこのような幾何学図形からなる着色されたデザイン図を自動生成するアルゴリズムはまだ提案されていない。

2.3 本研究でのアプローチ

これらの問題点の解決方法として, 上記 (1) (2), (3) にそれぞれ対応する以下の (i) (ii) (iii) のようなアプローチで研究を進める。

(i) デザインと人間の感性とのかかわりについての分析を行う。デザインを構成するために必要な要素は何か, その必要な要素をどのように用いればイメージをデザインとして表現することができるのか, を分析すればデザインを描くまでのプロセスがわかる (3. で詳述)。

(ii) 頭に浮かんだイメージを具体的なデザインにする作業を支援するためのユーザインタフェースに必要な条件を考察する。感性を伝える媒体にはどのような種類があるか, 人はどのようにして感性を知覚・把握しているのかを考慮し, インタフェースを設計する (4. で詳述)。

(iii) ユーザがシステムに伝えたあいまいな感性情報からユーザのもつイメージを推定するためのアルゴリズムを考察する。また, デザインを実際に描画するために必要なパラメータを (i) で求める各デザイン要素別に分析し, このパラメータを用いてデザインを自動生成するアルゴリズムを考察する (5. で詳述)。

3. イメージをデザインするために必要な知識

システムが, イメージからデザインを描画するとい

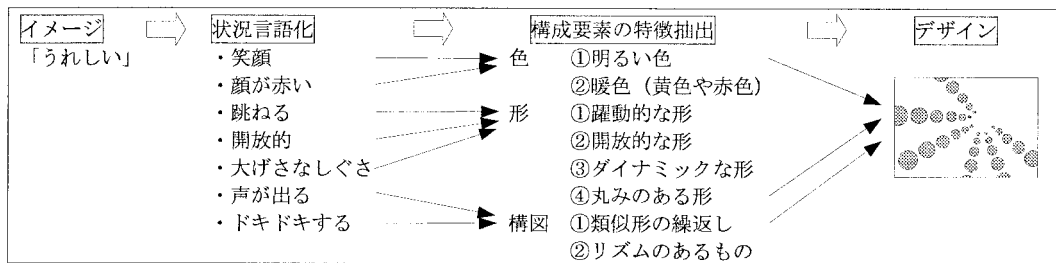


図1 イメージの具体化の例
Fig. 1 An example for image materialization.

う作業を支援するためにデザイナーの知識を分析する。本研究が扱うデザインは幾何学図形に色をつけたものであるので、まず、

- デザインはどのような要素から構成されてイメージを表現しているのかを明らかにし更に、

- イメージはそれらの要素とどのように関連づけられ、要素をどのように組み合わせればデザインとして表現することができるのかを分析する必要がある。それぞれについて以下で考察する。デザインに関する感性を分析する際の総論として、デザインを視覚的に表現する手法を述べた文献[22]～[24]を参照する。

3.1 デザイン画のもつ感性的要素

まず、デザインのどの特質が感性と結びついているかを明らかにする。画像と感性を扱った従来の研究の手法は、色だけ、構図だけ、色と構図だけ、などある要素に対象を絞ったものが多い。これらだけではデザイン全体を構成する要素としては不十分である。

デザインを構成する要素には、色、点、線、面、素材、構図、空間、時間、光、香り、熱、音などがある。このうち、本研究が対象とする2次元の幾何学的なデザイン画によって視覚的に感性を表現できるものを考える。2次元であるから、空間、時間は含まれない。視覚的な表現であるから、香り、熱、音は含まれない。幾何学的であるから、素材、光は含まれない。以上の検討及び文献[22]、[23]の分析をもとに、本研究の限定された範囲において必要な要素は色、点、線、面、構図とした。本研究では点、線、面を総称して形としてまとめ、色、形、構図の三つを構成要素とする。

ではこの三つの要素、色、形、構図はそれぞれ感性的情報をもっているが人の視覚に訴えるものとして必

要不可欠な要素であろうか。

同じ線や形で描かれたデザインも色が違えば人に与える印象は大きく変わる。例えば、ただの四角い箱も黒っぽい色ならば重そうに、薄い色ならば軽そうに見える。また、同じ色でも形が異なっていれば人に与える印象は変わる。例えば、同じ青色でも四角い形ならば落ち着いた、丸い形ならば流動的な印象を与える。また、枠の中で形がどのように配置してあるかで表現できる内容は変わる。規則的に並んだ点は静的だが、ランダムに配置された点は動的な印象を与える。

以上より、感性を2次元の幾何学的なデザインで表現する場合、デザイン全体を構成するには、色、形、構図(形と色の配置)の三つの要素が必要であり、各要素はそれぞれが独立に感性情報をもっているだけでなく、互いにかかわり合いをもっており、それら要素の組合せから生まれる総合的な感性情報もあることがわかる。

3.2 イメージをデザインにするプロセス

イメージをデザインで表現するには、色・形・構図を総合的に扱わなければならないことを踏まえ、ここではイメージをデザインにまで具体化する感性的プロセスを考察する。

イメージを心に浮かべるとき、言葉として思い浮かべるのではなくあくまで形や像といった具体的な状況・映像として思い浮かべる。例えば「うれしい」という感性をデザインで表現する場合を考える(図1)。まず「うれしい」とはどのような状況を想像する。その状況を言語化すると、笑顔・ドキドキする・跳ねる・開放的・声が出る・大げさなしぐさ・顔が赤らむといったことになる。次にそれらからデザインを構成する各要素(色・形・構図)の特徴を汲み取る。色は笑顔とか顔が赤らむといったことから、① 明るい色、② 黄

色や赤色、などの特徴が抽出できる。形は跳ねるとか開放的、大げさなしぐさといったことから、① 躍動的な形、② 開放的な形、③ ダイナミックな形、④ 丸みのある形などが抽出できる。構図はドキドキするとか声が出るといったことから、① 類似形の繰返しや② リズミカルなものが考えられる。抽出した各要素の特徴を手掛りとし、それらを組み合わせることにより、漠然としたイメージを具体化できる。

3.3 ま と め

デザインイメージにするために必要な知識を以下にまとめる。

- デザイン（点・線・面等の幾何学図形に色をつけたもの）を構成する要素は色・形・構図であり、それぞれ相互に関係をもっているので、各要素及びそれらの総合的な知識をもっている必要がある

- イメージをデザインにするプロセスは、イメージに対して具体的なシーンを想像したものを言語化する → 言語をもとに色・形・構図の特徴を抽出する → 各特徴を組み合わせる、であるので、「イメージ」、「具体的なシーン」、「各要素の特徴」それぞれを表現する知識とそれら同士の関係を表す知識をもたなければならない。

4. ユーザインタフェースの設計

4.1 ユーザインタフェースが満たすべき要件

感性はいうまでもなくあいまいで漠然としたものである。ここでは、このことが、ユーザがシステムに、またシステムがユーザに感性を伝えることにおいてどのように影響するのかを考察する。

まず、感性というところのないものをどのような形で伝えるかが問題となる。感性を伝える際の媒体となり得るものを表 1 に整理する。大きく言語と非言語に分けることができる。言葉で表現できる感性もあれば、言葉では表現できない感性もある。また、個人によっても感性の表現の仕方は異なる。言語が媒体となる場合、例えば「さわやかなデザインを描きたい」

表 1 感性を伝える際の媒体
Table 1 Media of KANSEI.

言語	
●	抽象度の高い感性
●	抽象度の低い感性
非言語	
●	類似した作品を例示
●	実際にデザインを描く・修正する

といった抽象度の高い感性で表現できるもの、「青い色でまとめたもの」といった抽象度の低い感性で表現できるものの二つに分けることができる。一方、非言語の場合、描きたいデザインと類似したものを指して「これと似たようなデザイン」と示すことにより感性を伝えることができるものと、目の前にあるデザインに実際に描き加えたり修正することによる表現の二つに分けることができる。

次に、人は感性を最初から完全には把握しにくい場合が多いことを考慮する必要がある。これは一度では感性を伝えきれないことを意味する。はじめからわかっている感性もある。また最初は部分的にはわかっているが、何かを見たり聞いたりすることで触発され次第に自分の求めている感性がふくらみ明らかになっていくということはあることである。

したがって、デザイン描画を支援するといった感性を扱うシステムは、できるだけユーザの感性が伝わるようにするために、ユーザにとって最も伝えやすい感性のかたち（言語/非言語）を使うことができ、ユーザの意識していない感性を引き出すような機能を備えておかなければならないことがわかる。

更に、前章で分析したイメージをデザインとして表現するために必要な知識もユーザインタフェースとしてサポートする必要がある。本節及び前章を踏まえ、ユーザインタフェースが満たすべき要件を表 2 にまとめることができる。

4.2 インタフェースの設計

前節で行った分析をもとに、感性を扱うシステムのインタフェースの設計を行う。

感性の伝え方は一様ではなく、その形態は言語と非言語の両方があるため、ユーザのデザイン・イメージをシステムに伝える方法も両方の形態で入力できる必要がある。

表 2 満たすべき条件
Table 2 Requirements.

●デザインを構成する要素：色・形・構図	... ①
●イメージをデザインにするプロセス： イメージ⇒具体的なシーン⇒要素の特徴⇒デザイン （高次の感性）（低次の感性）	... ②
●感性の伝え方： ・感性を表現する形態は一様ではない 言語：抽象度の高い／低い感性	... ③
非言語：類似した作品を例示	... ④
実際にデザインを描画・修正	... ⑤
・はじめから完全には感性を把握できない	... ⑥

言語による入力の場合(表2①, ②, ③), 入力する言語をユーザが自由に表現するか規定の枠から選択するかいずれになるが, 本研究では後者を用い, マウスによる入力とした. 更に, イメージがデザインとして表現されるまでにはいくつかのプロセスを経る(表2②)ため, 感性を表す言葉もそれに合わせいくつかのレベルに分けて選択できるようにした. 3.2で行った分析から, 少なくとも, イメージを表す最も抽象的な言葉, 具体的なシーンを表す言葉, デザインの要素ごとの特徴を表す最も具体的な言葉の3種類に分かれる. 更にデザインの要素に関して3.1で行った分析から色・形・構図が必要であることが得られておりデザインの要素ごとの言葉は3種類に分けた. 以上より言語による入力は, 抽象度のレベルで分かれたリストボックスからの選択というインタフェースを設計した(図2上). ユーザがもつ感性は多種多様であるため, 3種類の言語表現の中から最も自分の感性に近い表現を複数選択できるようにした. また, ユーザの微妙な感性が伝わるように, リストボックス内の言葉

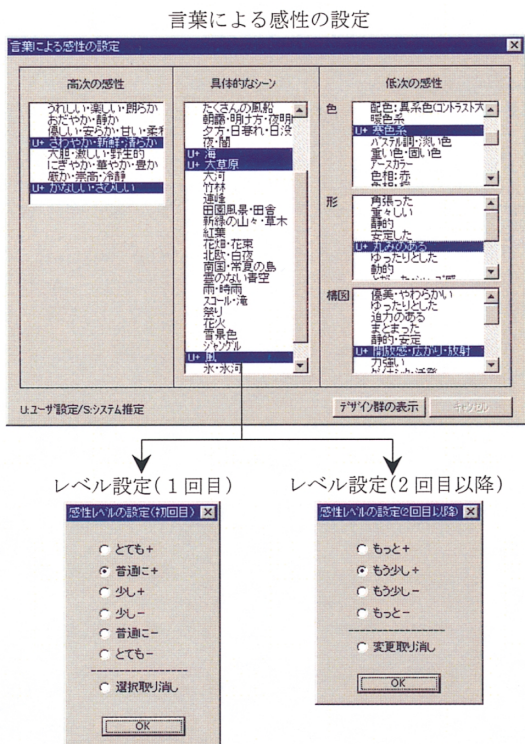


図2 言葉による感性指示
Fig. 2 KANSEI indication by words.

選択するとその言葉に対する好みの度合いを設定するダイアログボックスが表示され, 「少し」, 「普通に」, 「とても」のいずれかの副詞を選択できるようにした(図2左下).

非言語による入力の場合, 類似した作品を例示することで好みを表現する方法と実際にデザインを描画することで好みを表現する方法の両方がある(表2④, ⑤). 類似した作品を例示する(表2④)場合, システムがいくつかのデザインを提示してその中から好みのデザインを選択することで例示とした. システムが提示するデザインは, ランダムに抽出したデザインで

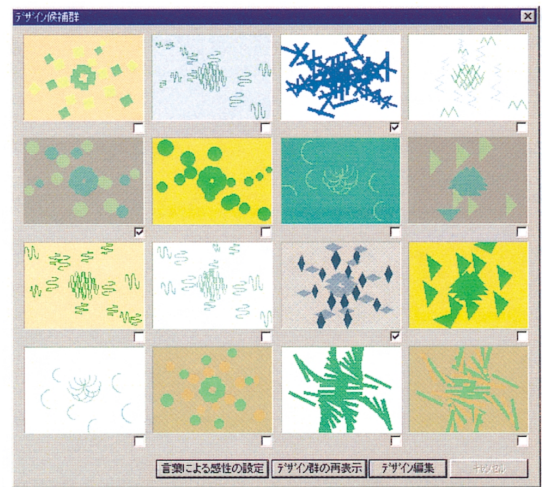


図3 デザイン候補群からの選択
Fig. 3 Choices from proposed patterns.

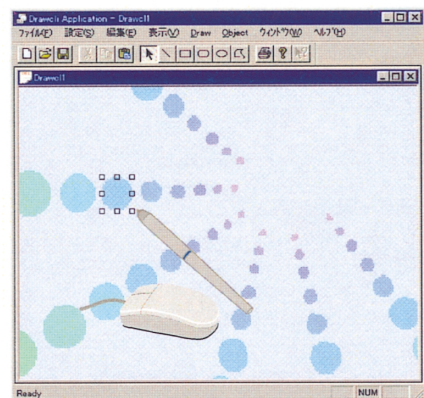


図4 ペン・マウスによる直接操作
Fig. 4 Direct manipulation by a pen or a mouse.

はなく、ユーザの感性の指示をもとにしてシステムが生成したデザインである。ユーザの感性の指示をもとにしてデザインを生成するのであるから、この方法によるユーザの非言語による入力以前に、上述の「言葉のリストボックスからの選択」が1回は必要となる。以上より類似した作品の例示は、ユーザの好みを反映したデザイン候補群からの選択というインタフェースを設計した(図3)。ユーザはそこからイメージに近いものを複数選択(図3 チェックボックスをチェック)できる。

また、実際にデザインを描画することで好みを表現する場合(表2⑤)、本研究ではシステムの認識できる範囲内での描画操作とした。すなわちユーザに自由な描画を許すのではなく、システムが生成したデザイン画を訂正するユーザインタフェースとした。例えば、円の直径を小さくする、線を太くする、色を再設定するといった基本的な操作である。このように限定することにより、システムは画像認識をすることなく容易にユーザの訂正の感性的意味を知ることができる。ユーザがデザインの一部を修正するだけでユーザの感性はシステムに伝わり、システムはユーザから受け取ったその感性情報をデザイン全体に反映することができる。例えば、複数ある円のうちの一つをパステルカラーに変更すると、ユーザは「やさしい」や「穏やか」といったイメージを強くもっていると推定され、その他の円の色も同様にパステルカラーに自動的に変更され、更に構図もこのイメージに沿って変化する。以上より、ペン・マウスによる直接操作というインタフェースを設計した(図4)。

また、はじめから完全には感性を把握できないという性質(表2⑥)は、ユーザの感性の指示とそれに対するシステムからのフィードバックを繰り返すことで吸収することができる。ユーザはシステムが提示したデザインを見ることで、意識していなかった感性を認識したり、感性を更にふくらませることができる。増幅された感性をもとにユーザは再度新たな感性を指示できる。この感性指示とデザイン提示の操作を繰り返すうちに描きたいデザインのイメージを明らかにすることができる。また、デザイン候補群の提示後、再び言葉による感性指示を行う場合、リストボックスのある言葉を選択するとその言葉に対して提示されたデザインとの相対的な好みの度合を設定するダイアログボックスが表示され、「もっと～」、「もう少し～」のいずれかの副詞を選択できるようにした(図2右下)。

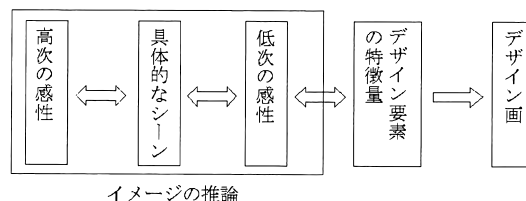


図5 システムモデルの概念図
Fig. 5 The model in this system.

5. システムの実現方法

5.1 概要

3., 4. の検討結果により本システムは図5に示す処理を行う必要がある。

ユーザによる部分的で複数回に及ぶ感性の指示に対して、ユーザの隠れたイメージ及びデザイン要素の特徴量の最適な組合せを推論し、その各要素の特徴量からデザイン画を生成する。ユーザが例えば、「うれしい」(高次の感性)と「春」(具体的なシーン)を指示した場合、システムは「穏やか」(高次の感性)と「明るい色」、「丸い形」、「開放的な構図」(低次の感性)も連想する。推論により求めた[低次の感性]は更に[デザイン要素の特徴量]に変換される。そして、[デザイン要素の特徴量]を用いて実際の[デザイン画]を自動生成する。

ユーザの隠れた[高次の感性][具体的なシーン]、[低次の感性]を推論するアルゴリズム及び[デザイン要素の特徴量]から[デザイン画]を自動生成するアルゴリズムが提案システム実現のために最も重要であり以下で説明する。

5.2 感性を推定するアルゴリズム

データの表現形式について考察する。ユーザは「うれしい」、「春」などの言葉を選択することで感性指示を行う。感性指示に用いる言葉は0, 1の2値で割り切れるような明確な意味をもっているわけではなく、あいまいな意味をもつ。更に好みの度合も「0.4ぐらい」ではなく「とても」などの言語による指定を好む。このように言葉のあいまいな意味、あいまいな言葉による程度指定の取扱いが必要であるが、現在のところ理論的な体系をもつのはファジー理論だけであり、これを用いる[5], [17], [20], [25]～[28]。

ユーザは言葉のリストボックスを選択し好みの度合も併せて感性の指示を行う。ユーザからの感性指示は部分的であるため、ある言葉から別の言葉を連想す

る必要がある．そのための感性言語を次元の異なる感性言語に変換するルールの記述にファジールールを用いる．例えば「とてもうれしい」(高次の感性)から「少し春」(具体的なシーン)を連想するあいまいなルールを記述することが可能となる．これらのルールはファジー集合(メンバシップ関数)を用いて記述する．

[ファジールール直接記憶型連想ネットの提案]

ファジールールは“If X is Small Then Y is Big”といった形式だが，本システムでは，このファジールールの前件部や後件部にユーザの指示する言葉を対応させる．ユーザは3層の言葉を同時に複数指示するため，前件部と後件部に同時に活性値が入力されることになる．またユーザが指示する言葉は部分的であるため，その情報からそれ以外の言葉に対する好みの度合を連想する機能が必要となる．この条件を満たす連想のアーキテクチャを考察する．

ファジー推論はルールの前件部か後件部のどちらかに活性値がすべて与えられた場合にもう一方の活性値へ伝搬する．本システムでは，活性値をすべて与えることは不可能——ユーザの指示は部分的——であるため，ファジー推論は適用できない．

双方向連想メモリは，このファジー推論の欠点を補うために考え出された．ニューラルネットの連想機能[25]を用いることで，前件部から後件部へ，また後件部から前件部へ活性値を各々伝搬する処理を融合し，この伝搬処理を繰り返すことで前件部や後件部に付加された条件に適合するルールを想起する特徴をもつ．この手法へのファジーパラダイムの適用研究としてFAMOUS [26], [27] やFAM [28] があるが，本システムでは，ユーザの部分的な指示から隠れたイメージを相補的に連想することは可能であるが，前件部と後件部に同時に活性値を与えることが不可能なため，適用できない．

そこで本システムでは，前件部と後件部を同一の層に配置する完全結合可能なホップフィールド型のネットワークを基本とした．前件部と後件部の相関はホップフィールドネットの記憶できる制約を超えているため，前件部と後件部を記述する層に一つのノードが一つのルールを代表するルールノードを追加する．その際ファジールールを直接ネットワークに記憶させる．このため，ファジー集合で表されるファジールールの条件をネットワークにおける一つのノードとして表現することにより従来のネットワークを拡張した．この

新たなネットワークをファジールール直接記憶型連想ネットと呼んでいる．ファジールール直接記憶型連想ネットを用いて感性的知識をファジールールで表現しユーザのイメージを推論する．以下でファジールール直接記憶型連想ネットの概要を述べる．

[基本構造]

式(1)は，感性的知識を表現するためのファジールールの例である．例えばルール1は「もし“さわやか”を強くイメージし，“にぎやか”でないとイメージするならば“海”を強く連想し，“ジャングル”でないと連想する」といった意味となる．このようなルールから図6のような二つのネットワークを構築する．

ルール1: If x_1 is P, x_2 is N then y_1 is P, y_2 is Z.

ルール2: If x_1 is Z, x_2 is P then y_2 is P, y_3 is N.

ルール3: If y_1 is P, y_2 is P then z_1 is N, z_3 is P.

(1)

ただし，

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

x_i : 図2[高次の感性]の言葉

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$$

y_i : 図2[具体的なシーン]の言葉

$$Z = (z_1, z_2, \dots, z_l)$$

z_i : 図2[低次の感性]の言葉

P: Positive
N: Negative
Z: Zero

}: 台形型メンバシップ関数

それぞれが一つの連想メモリで， X :[高次の感性]及び Y :[具体的なシーン]を相互に連想するネットワーク $X \Leftrightarrow Y$ ， Y :[具体的なシーン]及び Z :[低次の感性]を相互に連想するネットワーク $Y \Leftrightarrow Z$ である．

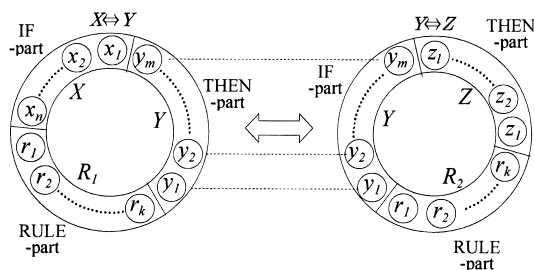


図6 ネットワーク化したファジールール
Fig. 6 Multistage fuzzy associative network.

各連想メモリはファジールールの前件部(IF-part), 後件部(THEN-part), ファジールール部(RULE-part) からなる。メモリ内のノードは各部のメンバシップ関数を代表する。ノードの値は実数値で記述し, 記憶するルールはファジー集合を用いて記述する。

[収束]

二つの連想メモリは互いに相関を保ちながらノード値を更新する。連想メモリ $X \Leftrightarrow Y$ の THEN-part, $Y \Leftrightarrow Z$ の IF-part はいずれも同じ Y を表す言語の集まりである。連想メモリ $X \Leftrightarrow Y$ がノードの値を式 (2) によって一度更新し, 更新された Y のノードの値を連想メモリ $Y \Leftrightarrow Z$ の Y の初期値とする。次は連想メモリ $Y \Leftrightarrow Z$ がノードの値を式 (2) によって一度更新し, 更新された Y のノードの値を連想メモリ $X \Leftrightarrow Y$ の Y の次の初期値とする。この動作を繰り返し, 両方の連想メモリが連続して収束したときを, ネットワークの収束した状態とする。

[更新]

各ノード n ($n \in [-1, 1]$) の初期値は, ユーザが選択した感性言語に関してはその選択レベルによって, それ以外のノードにはランダムに値を割り当てる。このランダム値の割当てにより, 1 回のユーザの感性指示から異なるデザイン画を生成, つまり異なる収束値を求めることができる。

ここで各ノードは, ノードのもつ感性言語に対するユーザの指定の強さの度合を表すパラメータ α ($\alpha \in [0, 1]$) をもつ。1 回目にユーザが選択した場合 $\alpha = 1.0$, 選択されなかった場合 $\alpha = 0.0$ となる。ノードの更新は連想メモリの算出したノードの値と α を用いて式 (2) によって行う。 α の値は感性指示が行われるたびに更新する。同じような感性表現への収束が繰り返されるとその感性表現に対する α が大きくなり更新されにくくなる。

$$n = \alpha n_{old} + (1.0 - \alpha) n_{net} \quad (2)$$

ただし,

n_{old} : 更新前のノードの値 (1 回目は初期値)

n_{net} : n_{old} を入力値として連想メモリが算出した値

ユーザは一度デザイン候補群が提示されたら感性指示を再設定する。システムは新たに連想処理を行い, ユーザの感性の推論をし直す。この再指示のたびに次の連想処理のためのネットワークに割り当てるノード n 及びパラメータ α の値を更新する。

以上の推論のアルゴリズムを用いて [高次の感性],

表 3 感性を推定するアルゴリズムの特徴
Table 3 Features of KANSEI estimation algorithm.

- | |
|---|
| ①感性情報を表現するのにファジ理論を用いる
②ユーザの隠れた感性を連想するのに「ファジールール直接記憶型連想ネット」を用いる
③ユーザの感性指示をその都度反映させるために「パラメータ α 」を導入する |
|---|

[具体的なシーン] [低次の感性] に対するユーザの好みの度合が求まる。

本アルゴリズムの特徴を表 3 にまとめる。

5.3 デザインを自動生成するアルゴリズム

前節の連想ネットにより [低次の感性] すなわち色, 形, 構図に関する [デザイン要素の特徴量] を導くことができる。ここではそのパラメータを用いてデザインを自動生成するアルゴリズムを示す。

色は, 人の感覚を扱える必要があるため, ヒュー & トーンシステムを用いた (文献 [29], [30]), 10 種類の [色相] と派手, 明るい, 地味, 暗いなど 12 種類の [トーン] で表現された 120 種類の有彩色と 10 種類の [無彩色], 合計 130 色の色からなる。色相は例えば赤, 黄などの暖色は情熱的なイメージに, 青などの寒色は冷静, 清純などのイメージと対応する。トーンはそのままイメージを表している。また, 背景と模様 (形) の色の組合せ方でイメージも大きく変化する。背景と模様の配色法として [同一] [類似] [対照], [カラフル] のパラメータを用意する。

形は, 本システムは幾何学的図形に絞っているが, 大別して鈍角からなる角張った形, 丸みのある形, 鋭角からなる尖った形の 3 種類でイメージは異なり, それぞれ, 静的・安定, ゆったり・滑らか, スピード感・シャープ感などのイメージをもつ。それらを各々 3~4 種類の形に細分し, 全体では 11 種類の形となった。更に丸みのある形一つとっても正円, 縦長の楕円, 横長の楕円でそれぞれ安定感, 上昇感, 水平感などの異なったイメージをもつため, 形の縦横比のパラメータも必要となる。

構図は, 基本的な 11 種類の構図の技法を扱う。各構図はそれぞれ形を配置するための関数で表された [基準線] をもち, この基準線に沿って形を配置していく。また [基準線] は構図によって異なるパラメータをもつ。例えば [拡散] の構図は放射線状に形を描くことで開放感を表現できる構図の技法であるが, この構図の場合, 基準線は開放感の度合と関係する [放射線の

本数]及び、放射線を直線か曲線のどちらで構成するか(直線なら硬さ、曲線なら柔らかさを表現する)によって決まる。また、各構図の基準線上に配置していく際の形の[大きさ][移動率][回転量][拡大率]もイメージを左右する。形の大きさは、大きければ迫力感があり、小さければまとまったイメージをもつ。形の移動率、形の回転量、形の拡大率はいずれもデザイン全体の変化率でもあり、変化が大きければリズム感を表現でき、小さければその逆になる。また、このような変化が[ランダム]であればまとまり感は減る。

デザイン生成に必要なパラメータを表4にまとめる。前節で求めた図5の[デザイン要素の特徴量]はこの表4のパラメータに変換され(表5 Step1)、このパラメータを入力として以下のようにデザイン画を生成する。

まず使用する背景及び模様(形)に使用する色を、色彩調和を考慮しながら決定する(表5 Step2)。本システムは基本的に[前景色1][前景色2][背景色]の3色でデザインを構成する[前景色1]は描画する

形の第1基本色[前景色2]は形の第2基本色であり、基準線に沿って形を描画する際にこの2色を交互に用いる[背景色]は背景の色である[色相]と[トーン]のパラメータから1色が決まり、これを[前景色1]とする。この前景色1を基本色として、基本色及び配色法のパラメータから[前景色2][背景色]を決定するが、一つの基準色に対して配色法ごとに他2色、計3色が割り当てられているテーブルを作成する。テーブルは、文献[29]~[32]を利用して、基本色に対して色彩的に調和のとれている色を選択し、3色の組を1項目として合計260項目を登録した。一つの基準色に対して[同一]で色彩調和をとる場合は[前景色1,2]は同一色とする[類似]で調和をとる場合は、基本色と同系の2色をそれぞれ[前景色2][背景色]とする[対照]で調和をとる場合は、基本色とは対称的な2色をそれぞれ[前景色2][背景色]とする[カラフル]で調和をとる場合は、基本色と調和のとれた色を[背景色]とし[前景色]は色相を数段階ずつ変化させた。この場合のみ、使用する色は多色となる。これで背景及び形の色が決まり、まず背景の色を描画領域全体に塗る(表5 Step3)。

次に[基準線]に沿って形を[前景色1][前景色2]を交互に用いて描いていくが、描画領域のどこに配置するか、どれくらいの高さで描くか、縦と横の長さはどれだけか、形を回転させながら描く場合どれくらい傾けて描くか、などがわかっている必要がある。1個目に描く形の大きさ(面積)は[形の大きさ]パラメータの値とする。2個目以降の面積は前回描画した面積に[拡大率]パラメータを掛けたものとする(表5 Step4)。面積が決まれば、これと[縦横比]パラメータを用いて実際に描画する形の縦と横の長さが決まる(表5 Step5)。また、形を回転させながら描く場合、1個目の回転角度を0度とし、前回描画した形の回転角度に[回転率]パラメータを掛けたものを次回描画する回転角度とする(表5 Step6)。形を配置する位置は、1個目は[基準線]パラメータがもつ関数の始点及び縦と横の長さを用いて描画位置の中心座標を決定し、2個目以降は関数[移動率]パラメータ、縦と横の長さを用いて、前回形を描画した位置からの移動量を算出し中心座標を決定する(表5 Step7)。このようにして関数の終点にたどり着くまで形は描画される(表5 Step8,9)。

デザイン生成のアルゴリズムを以下にまとめる。

表4 デザイン画生成に必要なパラメータ
Table 4 Required parameters for drawing.

色	色相	10段階	
	トーン	12段階(派手, 明るい, 地味, 暗い)	
	無彩色	10段階	
	配色法	同一, 類似, 対照, カラフル	
形	種類	角ばった形 四角形, 十字, 横線, 縦線	
		丸い形 円, 波線, 円弧	
		とがった形 三角形, 菱形, W形, V形	
	縦横比	形の縦長, 横長の度合い	
構図	種類	三角形	
	拡散	放射線の数	本
		放射線の種類	直線/曲線
	水平線	基準線の本数	本
		基準線配置位置	上/中/下
		形の配置	基準線上/ランダム
	垂直線	基準線配置方法	等間隔/ランダム
		疎密の度合い	%
	対角線	基準線の本数	本
	S字曲線	基準線の本数	本
		カーブの度合い	小/中/大
	十字	基準線の本数	本
	斜め交差	基準線の本数	本
	シンメトリ	対称の向き	上下/左右
	均等配置	疎密の度合い	%
	求心		
	形の大きさ	面積	
	形の移動率	ランダムに移動する/しない	
	形の回転量	角度	
	形の拡大率	ランダムに拡大する/しない	

表 5 デザイン生成のアルゴリズム

Table 5 The algorithm for artistic patterns creation.

Step1. デザイン生成に必要なパラメータを算出する
Step2. 前景色 1, 前景色 2, 背景色を決定する
Step3. 背景色を塗る
Step4. 形の大きさを決定する
Step5. 形の縦, 横の長さを求める
Step6. 形の回転角度を決定する
Step7. 形の描画位置を決定する
Step8. 形を描画する
Step9. 構図の基準線上に形が描画できる間, Step4 ~ 8 を繰り返す

6. 評価実験

提案システムの有効性を確認するためにプロトタイプシステムを開発し評価実験を行った。

6.1 実験条件

(1) 記憶したルール

デザインを生成するノウハウを表すルールの作成は次のような方法で行った。一つのルールは一つのデザイン・イメージをもち、そのイメージとネットワークの各ノードとの結び付きをメンバシップ関数で記述する。基本的なイメージ（高次の感性）のみを抽出した結果 15 個のイメージがあったので、記憶させたルールは 15 個である。

ルールは、連想メモリ $X \Leftrightarrow Y$ のルールと $Y \Leftrightarrow Z$ のルールの両方を合わせて一つのルールである。実際に用いたルールの一つを示す（表 6）。このルールは言葉で説明するならば“穏やかな春の日差しの中のふわふわとした気持ち”といったイメージを表現したルールである。ルール中の P (Positive), p (a little Positive), Z (Zero), n (a little Negative), N (Negative) はそれぞれ以下のメンバシップ関数に対応する（図 7）。

(2) 連想ネットワーク

(1) のルールを記憶するための連想ネットワークの大きさは、 $X \Leftrightarrow Y$ の X のノード数 8, Y のノード数 33, 記憶させるルール数 15 とした。連想するネットワーク $Y \Leftrightarrow Z$ の Y のノード数 33, Z のノード数 55 とした。

(3) ユーザインタフェース

デザイン案の提示枚数は一度に 16 枚とした。

6.2 実験 1: 基本機能の検証

実験 1 では、設計したユーザインタフェース、感性を推定するための連想記憶の機構、デザインの自動生

表 6 ルール例

Table 6 An example for rules.

●連想メモリ $X \Rightarrow Y$ のルール			
If			
	「うれしい・楽しい」	is	P,
	「穏やか・静か」	is	P,
	「優しい・安らか」	is	p,
	「爽やか・新鮮」	is	Z,
	「かなしい・さびしい」	is	N
	⋮		
Then			
	「夏」	is	p,
	「冬」	is	N,
	「太陽」	is	p,
	「朝もや・明け方・夜明け」	is	P,
	「夜・闇」	is	N,
	「海」	is	Z,
	「新緑の山々・草木」	is	P,
	「風」	is	n,
	⋮		
●連想メモリ $Y \Rightarrow Z$ のルール			
If	If-part は $X \Rightarrow Y$ の Then-part と同じ		
Then			
	■色に関するルール		
	「色調：明るい」	is	p,
	「色調：暗い」	is	N,
	「カラフルに」	is	Z,
	「同系色で」	is	P,
	「暖色系」	is	P,
	「寒色系」	is	N,
	「色相：赤」	is	N,
	「色相：橙」	is	P,
	⋮		
	■形に関するルール		
	「角張った」	is	N,
	「安定した」	is	N,
	「丸みのある」	is	P,
	「動的」	is	P,
	「とがった・シャープ感」	is	N,
	⋮		
	■構図に関するルール		
	「安定・静的」	is	P,
	「開放感・広がり・放射」	is	p,
	「ダイナミック・活発」	is	n,
	「動きのない・抑圧された」	is	N,
	「リズムカル」	is	p,
	「高さ感」	is	N,
	「奥行き感・遠近感」	is	N,
	⋮		

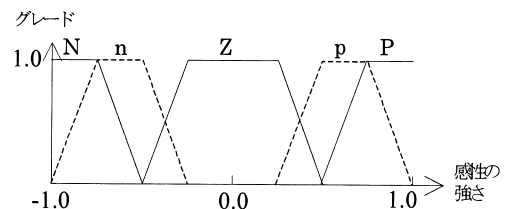


図 7 ルールのメンバシップ関数

Fig. 7 Membership functions of rules.

成機構が適切に動作することを確認する。描きたい最初のデザイン・イメージを“柔らかいほんわりとした気持ち”として、設計者自身がこのシステムを用いてデザインし、動作を分析・評価する。

[システムとの対話の様子]

まず、システムとの対話履歴を示す(図8)。

最初に、描きたいデザイン・イメージに近い言葉を選択する。“柔らかいほんわりとした気持ち”に近いものとして[高次の感性]のリストボックスから「うれしい・楽しい」及び「優しい・安らか」を「普通」のレベルで[具体的なシーン]のリストボックスから「春」を「とても」のレベルで、「花畑」を「普通に」のレベルで設定した[低次の感性]の[色][形][構図]はいずれも指示しなかった(図8①)。

1回目の連想ネットが推論した16枚のデザインの候補群は、全体的に柔らかい印象をもち、指示した感性にはほぼマッチしている。また、デザインは均一ではなくある程度のばらつきをもっている。

次に、提示されたデザイン群の中から2, 5, 7, 8, 9, 11, 15番目のデザイン画を選択し(チェックボックスでチェックされたもの)、システムに好みを指示した(図8②)。これらは色が淡い黄色、黄緑、ページュのもの、形は丸みのあるものを選んだ。構図に関しては選択したデザインに規則性はない。

この感性指示をもとに行った次の推論の結果を示す(図8③)。選択したデザインの特徴を強く反映した、色が淡い黄緑色で形は丸みのある結果となった。

更に、ばらつきの少なくなったデザイン群を見て、黄緑や緑色よりももう少し暖かみのある色でデザインを描いてもらおうと思い、言葉を用いて「暖色系」を「もう少し」と指示した(図8④)。図8④の各リストボックス内の言葉の左に小さく表示された“ ”や“ ”は推論の結果、ノードの収束値があるしきい値を超えた状態を表している。つまりそれらのノードの表す感性をユーザは強く思っている/いないという推定結果を示している。この例では、「角張った」形は強く思っていない“ ”が表示されており、推定結果は正しく、生成されたデザインも妥当である。

その指示をもとに推論を行った結果(図8⑤)は、全く暖色系の色は使われておらず、前回の候補群とあまり変化がないように見える。これは、途中で「暖色系」を指示しても、ただちに意図どおりにするのではなく、これまでのユーザの指示を覚えているためである。

そこで再度、「暖色系」を「もっと」と指示した(図8⑥)。これをもとに行った推論結果(図8⑦)はすべて暖色系の色に変わっている。形と構図は変更が少なかった。

最終的に、暖かみのある色で丸みのある形のデザインを選択しイメージに近い一枚のデザイン(図8⑧)を生成できた。

[ユーザの隠れたイメージを連想する内部処理]

次に、システムがユーザの感性を推定し、隠れたイメージを連想していく過程について分析する。

最初の感性指示に対する推論によって図8②のようなデザインが生成された。最初の言葉の指示は[高次の感性]の「うれしい・楽しい」と「優しい・安らか」[具体的なシーン]の「春」と「花畑」を設定した[低次の感性]は指示を行わなかった。システムは推論によって入力情報から指示されていない言葉に対するユーザの好みを推定した。図8②において、連想メモリのルールノードの収束値より、記憶した15のルールのうちほぼルール1, ルール2, ルール3の三つのルールのいずれかに収束した。ルール1は[高次の感性]の「うれしい」・「穏やか」を強く連想するルールである。ルール2は「うれしい」・「さわやか」を強く連想するルールである。ルール3は「穏やか」・「優しい」を強く連想するルールである。ルール1に収束した3, 11, 13番目のデザインは、色に関しては色相が橙・黄色・黄緑の色で、形は丸みのあるゆったりとした形を連想し、構図に関しては優美でやわらかい構図を連想したことがわかる。ルール2に収束した1, 4, 5, 7, 9, 12, 15番目のデザインは、色に関しては派手または明るくて色相が黄緑・緑・青緑の色を連想し、構図に関しては開放的またはダイナミックな構図を連想した。ルール3に収束した2, 6, 8, 14番目のデザインは、色に関しては色相が赤・橙・黄色・黄緑の色で、形は静的で安定した四角い形を連想し、構図に関しては安定した構図を連想した。これらの結果から、図8②のデザイン候補群の構成要素が生成された。以上のように、本システムはユーザの隠れた感性を推定できていることがわかる。

次に、図8③に対応する2回目の推論結果について説明する。入力情報は最初に行った四つの言葉の指示と図8②の選択した7枚のデザインの両方になる。これからシステムは1回目の推論処理と同様にしてユーザの好みを推定し、デザインを生成した。

以降も同様にしてユーザの好みを推定していく。回

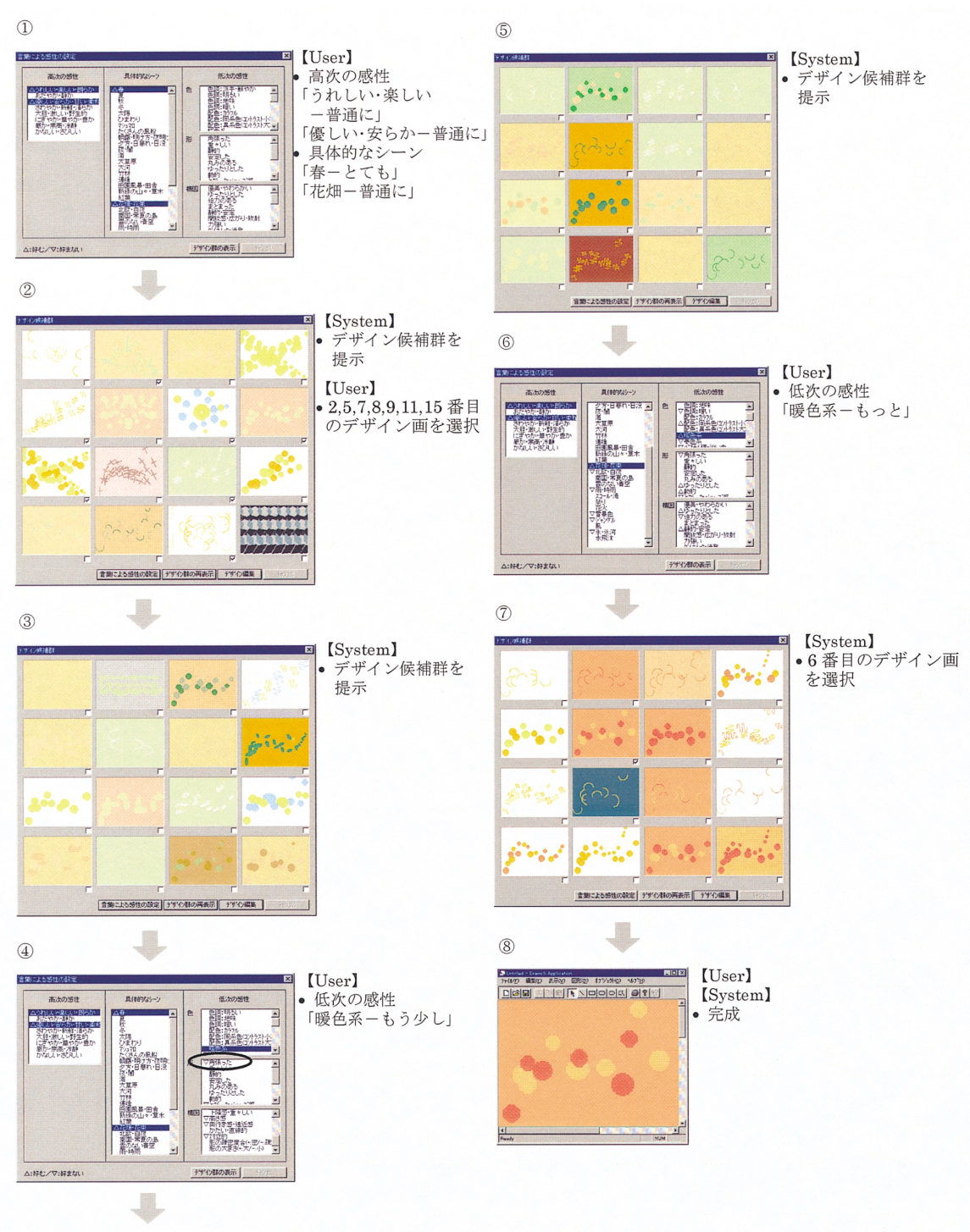


図 8 デザイン生成例
Fig. 8 An example for patterns creation.

数を重ねるごとにユーザの入力情報は増していくので、システムが好みを推定することに対する確信度も高まっていく。

このように、ユーザインタフェース、感性を推定する連想記憶の機構、デザイン生成の機構は設計したとおりに動作することが検証できた。

6.3 実験2：一般ユーザによる使用テスト

一般ユーザ（被験者6名）にシステムを自由に使ってもらい、その使用感をアンケート調査することでシステムの定性的評価を行った。

アンケートは、システムに関して図9のQ1からQ11の質問に7段階評価で答えてもらった。基準は、

- +3：非常に有効である

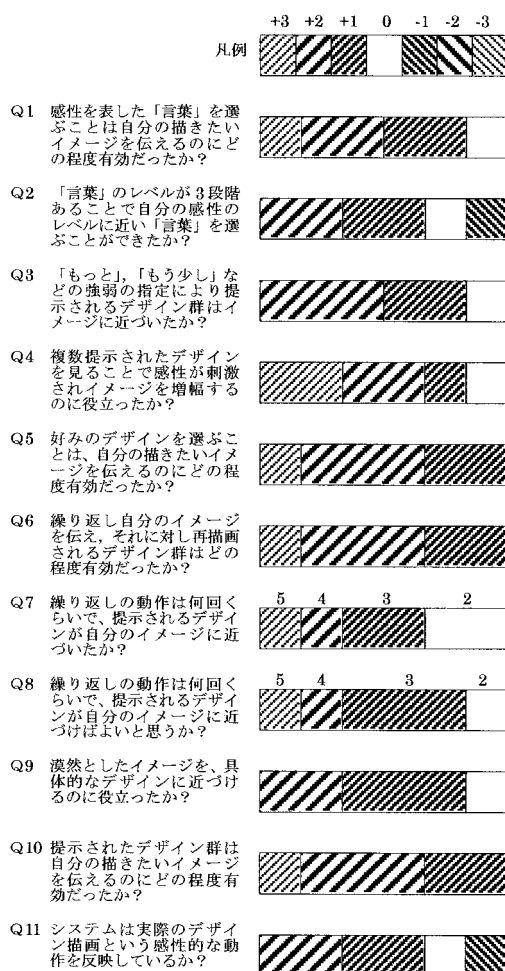


図9 アンケートの質問と結果
Fig.9 A question and results.

- +2：実用的に十分に、有効である
- +1：どちらかといえば、有効である
- 0：どちらともいえない
- -1：どちらかといえば、有効でない
- -2：実用的に使うには、有効でない
- -3：非常に有効でない

である。また、質問7,8は具体的な数値で答えてもらった。結果は、各点数の人数比を帯グラフによって表した。

また、システムに関して自由に意見を述べてもらったところ、以下のような意見があった。

C1：いつも違うデザインが提示されるのでよい。

C2：パソコンの壁紙やカードなどの背景に使えそうである。

C3：予想外のデザインが提示されて良い/悪い。

C4：感性指示を繰り返すとデザインがどれも似てくる。ある程度のばらつきは最後までほしい。

C5：色や形の種類がもっとバラエティに富んでいるとよい。

C6：適当に描いたラフスケッチからちゃんとしたデザインが生成されるような機能があってもいいのではないか。

C7：一度利用することによって自分の好みを覚えて今度からそれを反映する機能がほしい。



図10 ポスター：「人と機械の共存」
Fig.10 Poster: “man and machine to coexistence.”

C8: 感性の言葉を選択することが難しい。自分の好きな言葉が使えとよいのではない。

C9: 抽象的な幾何学図形ではなく具体的な絵がほしい [具体的なシーン] の言葉は実際にそのような風景画が生成されることを想像しがちだ。

C10: [感性の言葉設定] 画面の再設定の際は、各言葉ごとに推定結果の値を提示してくれたら再設定しやすいだろう。

C11: [感性の言葉設定] 画面の [低次の感性] は難しい。実際にどういう形・構図なのかを絵で提示してあれば、選択しやすい。

Q1, Q2, Q3 より、言葉による感性指示が有効に機能していることがわかる。しかし、0 や -1 の評価を出した人もいたり、C8, C10, C11 から、3 種類に分かれている言葉の中から自分の感性に当てはまる言葉を探し出すのはユーザにとって簡単な作業ではないことがうかがえる。用いる感性の言葉やユーザによる言葉の自由な設定機能などを再考察する必要がある。

Q4, Q5 や C1, C3 より、例示による感性指示が有効であることがわかる。あるデザインを例示することで感性をシステムに伝えることができ、また新たなデザインを見ることで感性を増幅させることができたといえる。一方、システムが複数枚提示するデザインが途中から極端に偏るため (C4)、最後まで色や形に多様性をもたす必要がある (C5)。

Q6, Q7, Q8 は、対話的な操作の重要性を示している。今回はユーザが 1 回感性指示を出してからシステムがデザインを再提示するまでに 1 分以上の時間を要した。システムの実行速度で多少は変わるであろうが、ユーザは平均 3~4 回のシステムとの対話で自分のイメージにデザインが近づくことを要求している。

Q9, Q10, Q11 より、システムが、イメージをデザインにするという感性的な行為に対してユーザを支援できたことがわかる。本システムは幾何学図形のみを用いたが、C6, C9 から、具体的な絵を用いることでユーザの感性を更に刺激する可能性があることがわかった。

6.4 実験 3: 実問題への適用

本システムを実際のデザイン作成に適用した。与えた課題は「人と機械の共存」をテーマとして開催された 1998 年のヒューマンインタフェース・シンポジウムのポスターを作成することである。記憶している知識は本章の実験 1, 2 で用いた基本的な 15 種類のイメージを表現するための知識であり、不十分であるた

め、直接「人と機械の共存」という言葉を用いてデザインを生成することはできない。そこで「人と機械の共存」をシステムが理解できる言葉である「新鮮な、前進的な、さわやかな (高次の感性)」、「異色系 (低次の感性)」、「コントラストのある構図 (低次の感性)」、「ダイナミックな構図 (低次の感性)」等の言葉に置換し、実行することによりデザインを生成した。図 10 がそのポスターであり、背景の絵が本システムが生成したデザインである。

以上の実験 1, 2, 3 より、提案手法によるデザイン画生成支援の新規性、有効性が確認できた。本システムがユーザの感性をふくらまし、イメージをデザインにするまでの作業を支援できたといえる。

7. 今後の課題

評価実験を通して手法の有効性が確認されたが、一方で、問題点が明らかになり、現在課題として取り組んでいる。以下に主な 4 点を説明する。

(1) システムの動作をユーザに説明する機能

評価実験から、ユーザは感性指示に対して、「システムがなぜ今そのデザインを提示したのか」、「自分の意図は本当に伝わっているのか」、という点で戸惑うことがわかった。これは、システムが推論を行いユーザを支援しようとする際には、ユーザは必ずその理由や説明を必要とすることを発見した研究 [33] とも符合する。どのようなデザイン知識に基づいてデザイン画が生成されたかをユーザに説明する機構が必要である。現在、連想記憶ネットの収束状態をもとに説明文を出力する方式を検討している。

(2) ユーザの感性を学習する機能

提案システムは、システムが記憶した [感性の言葉] 同士の関係のルールをもとにしてデザインを生成することでユーザを支援している。更にユーザを支援するためには、実験後の感想にもあるように、ユーザ個人の感性を、その対話履歴から自動的に学習する機能は重要であり、知識獲得方式の検討も進めている。これによりシステムのメンテナンスの労力は軽減される。

(3) ユーザのペン情報をフィードバックさせる機能

デザイン・イメージという人の感性的な情報を伝えるためのユーザインタフェースの設計を行ったが、プロトタイプシステムにおいてはペン・マウスによるデザイン画の直接操作に関しては実現していない。この実現によってユーザはより自由かつ効果的に描きたいデザインのイメージを伝えることが可能となる。

(4) ファジー連想記憶の検証

現段階では簡単な評価実験によってシステムの有効性を示したにすぎず、原理や応用範囲、一般性などはわかっていない。連想メモリの項目や、ファジー表現のメンバシップ関数などヒューリスティックに決めているパラメータなどを变化させた場合、システムにどのように影響するのかといった比較実験を行い、その有効性を検証していく必要がある。

8. む す び

ユーザの感性を推定することでデザイン描画を支援するシステムを提案した。まず、デザイン描画を支援するために、デザインと人間の感性とのかかわりについての分析を行った。その分析をもとに、ユーザがシステムに、またシステムがユーザにデザイン・イメージという感性的な情報を伝えることにおいて必要な条件を考察し、ユーザインタフェースを設計した。また、実際にコンピュータがデザインを描くために必要となるパラメータとアルゴリズムについて考察した。

実験より、提案したシステムの、デザイン画生成支援の新規性、インタフェース及びデザイン生成のアルゴリズムの有効性を確認できた。更に、ユーザによる定性的な評価も良好な結果が得られた。

文 献

- [1] 市野順子, 田野俊一, “デザイン描画を支援するユーザインタフェースの設計,” 第13回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム, pp.89-92, 1997.
- [2] 市野順子, 田野俊一, “ユーザの感性推定のためのファジールール直接記憶型連想ネットを用いたデザイン描画の支援,” 第14回ファジシステム・シンポジウム, pp.893-896, 1998.
- [3] 市野順子, 千川文子, 田野俊一, “ユーザの感性推定によるデザイン描画支援システムの評価,” 第14回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム, pp.665-672, 1998.
- [4] S. Tano, J. Ichino, and A. Chikawa, “Fuzzy set-based multistage associative inference and its application to kansei design support system,” VJFUZZY'98: VIETNAM-JAPAN BILATERAL SYMPOSIUM on Fuzzy Systems and Applications PROCEEDINGS, pp.404-409, 1998.
- [5] 宮崎隆之, 萩原将文, “感性を反映できるポスター作成支援システム,” 情処学論, vol.38, no.10, pp.1928-1936, 1997.
- [6] 石場正大, 池田尚志, 筈井隆史, 武村浩司, 稲木義弘, 小竹めぐみ, “感性モデルを組み込んだ文書作成支援システムの提案,” 情処学研報, vol.97, no.2, 97-HI-70, 1997.
- [7] 長谷川隆, 北原義典, “マルチメディアに対する感性合成処理のコンセプトと実験システムの評価,” 情処学論, vol.38, no.8, pp.1517-1530, 1997.
- [8] 南谷峰子, 中森義輝, “連想記憶による感性とデザインのファジ対応モデル,” ファジシステムシンポジウム講演論文集, vol.12th, pp.745-748, 1996.
- [9] 寺野寿郎, 増井重弘, 寺田達矢, 渡辺博明, “ファジ理論を用いた風景画の着色,” 日本ファジ学会誌, vol.5, no.2, pp.375-385, 1993.
- [10] 諸原雄大, 近藤邦雄, 島田静雄, 佐藤 尚, “テキストスタイルデザイン画像におけるイメージ・カラーの選定法,” 情処学論, vol.36, no.2, pp.329-337, 1995.
- [11] 柳生智彦, 久森芳彦, 八木康史, 谷内田正彦, “配色支援システムにおける好みの獲得と迷いの解消,” 信学論(A), vol.J79-A, no.2, pp.261-270, 1996.
- [12] 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,” 情処学論, vol.33, no.11, pp.466-477, Nov. 1992.
- [13] V.E. Ogle and M. Stonebraker, “Chabot: retrieval from a relational database of Images,” IEEE Computer, vol.28, no.9, pp.40-48, Sept. 1995.
- [14] A. Gupta and R. Jain, “Visual information retrieval,” COMMUNICATIONS OF ACM, vol.40, no.5, pp.71-79, 1997.
- [15] 鄭 緯宇, 阿部憲広, “画像の伝える感性情報の抽出と利用,” 重点領域研究平成4~6年度成果報告書「感性情報処理の情報学・心理学的研究」.
- [16] 大久保達真, 大木直人, 寺本邦夫, 岡田健一, 松下 温, “構図が感性に与える影響を利用した風景描写文から画像を作り出す試み,” 情処学研報, vol.96, no.12, 96-DPS-74, 1996.
- [17] 大坪英昭, 亀井且有, 井上和夫, “ファジ理論によるカレンダー画像からの感性情報抽出,” 第11回ファジシステムシンポジウム, pp.673-676, 1995.
- [18] 福田 学, 柴田義孝, “デザイン画像データベースにおけるパターン感性検索法の機能評価,” 情処学研報, vol.97, no.20, 97-DPS-81, 1997.
- [19] 増井重弘, 寺野寿郎, 関口俊宏, “ファジ理論を用いた風景画の画像理解,” 日本ファジ学会誌, vol.6, no.5, pp.1000-1011, 1994.
- [20] 小松由香, 亀井且有, “感性工学にもとづくハンカチデザインの評価,” 電学論, vol.117-C, no.7, 1997.
- [21] 武藤裕子, 西山晴彦, 大久保達真, 松下 温, “人間の感性に対する構図・色彩の影響を考慮した風景画の作成,” 情処学研報, vol.97, no.48 (CH-34-7), 1997.
- [22] 寺門保夫, 田口敦子, 阿部隆夫, デザイナーのための色・イメージ・構成, 婦人画報社, 1986.
- [23] 南雲治嘉, 視覚表現, グラフィック社, 1994.
- [24] 小林重順, 造形構成の心理, ダヴィッド社, 1978.
- [25] B. Kosko, “Adaptive bidirectional associative memories,” Appl. Opt., vol.26, no.23, p.4947, 1987.
- [26] 山口 亨, “ファジ連想記憶システム,” 日本ファジ学会誌, vol.5, no.2, pp.245-260, 1993.
- [27] A. Imura, T. Yamaguchi, and H. Ushida, “Associative memory based fuzzy interface,” FUZZ-IEEE/IFES '95, pp.1475-1480, 1995.
- [28] F.M. McNeil and E. Thro, “Fuzzy logic a practical approach,” Academic Press, Inc., pp.207-213, 1994.

- [29] 小林重順, カラーイメージスケール, 講談社, 1990.
- [30] 小林重順, 配色センスの新開発, ダヴィッド社, 1997.
- [31] 太田昭雄, 河原英介, 色彩と配色, グラフィック社, 1996.
- [32] 山中俊夫, 色彩学の基礎, 文化書房博文社, 1997.
- [33] G. Fischer, K. Nakakoji, J. Ostwald, G. Stahl, and T. Sumner, "Embedding critics in design environments," *Readings in Intelligent User Interfaces*, pp.537-561, 1998.
- [34] K. Nakakoji, A. Aoki, and B.N. Reeves, "Knowledge-based cognitive support for multimedia information design," *Information and Software Technology*, vol.38, no.3, pp.192-200, 1996.
- [35] L.G. Terveen, "Overview of human-computer collaboration," *Knowledge-Based Systems*, vol.8, no.2-3, pp.67-81, 1995.
- [36] T. Sumner, N. Bonnardel, and B.H. Kallak, "The cognitive ergonomics of knowledge-based design support systems," *CHI97*, pp.83-90, 1997.
- [37] M. Ericsson, M. Baurén, J. Löwgren, and Y. Wærn, "A study of commenting agents as design support," *CHI98*, pp.225-226, 1998.

(平成11年2月25日受付, 6月21日再受付)



市野 順子

平6南山大・経営・情報管理卒・同年(株)インテック入社・平10電通大・情報システム学研究科博士前期課程了・同年大日本印刷(株)入社・感性工学, ヒューマンインタフェース, ファジー理論などの研究に従事・情報処理学会会員・



田野 俊一 (正員)

昭56東工大・工・制御卒・昭58同大学院修士課程了・同年(株)日立製作所システム開発研究所・平2~平3カーネギーメロン大学客員研究員・平3~平7国際ファジィ工学研究所主任研究員・平7(株)日立製作所システム開発研究所主任研究員・工博・平8電通大・情報システム学研究科・助教授・人工知能, 知識工学, 自然言語理解, あいまい理論, 知的ユーザインタフェースの研究に従事・情報処理学会, 人工知能学会, 日本ファジィ学会, 言語処理学会, AAAI, IEEE, ACM 各会員・