

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

柿原 要[†] 長田 聡 宏^{†,☆}
大川 剛 直[†] 薦田 憲 久[†]

概念空間形成型設計は、比較的少量の事例に対する個人イメージの入力により概念空間を作成し、概念空間でのユーザの入力位置に近い事例を変形して新たな設計案を作成する手法である。ユーザの感性を反映した設計案を作成できる特徴がある。本研究では、概念空間形成型設計法をキャラクタデザインに適用する。キャラクタ事例の表現には円錐連結モデルを用い、基本的な事例の変形操作を図形演算により実現する。また、基本構造としての雛型の導入と部位の分類により、イメージを考慮した部位の対応付けと比較を可能とする。以上の考え方にに基づき実際にキャラクタのデザインを作成するシステムを作成した。このシステムにより、印象やコンセプトなどの感性を概念設計に反映する設計ができる。

Character Design System by Concept Space Formational Design

KANAME KAKIHARA,[†] TOSHIHIRO NAGATA,[†] TAKENAO OHKAWA[†]
and NORIHISA KOMODA[†]

The concept space formational design, which we have developed, is an approach to designing products from the viewpoint of personal impression to the products. It can propose a new product by modifying an existing case located nearest to the specified image point on the concept space based on the image evaluation of several existing products. In this paper, we describe an application of the concept space formational design method to the image character design. The characters are represented using the cone connection models. To compare cases, the parts that compose a case are identified using the model pattern, which defines the meanings of the parts. A new character is created by applying the operation sequence consisting of several operations derived through comparison of the cases. We confirmed that a new character suited to the personal image is successfully designed by the system.

1. ま え が き

個人の持つ価値観が多様化した今日、製品の開発においても製品の持つ印象やコンセプトなどの概念設計の段階に対する重要性が強まっており、顧客の感性を把握し製品設計に活かすことが求められている。しかしながら、個人の感性を系統的に把握することは難しく、デザイナーと設計依頼者との間でイメージをインタラクティブに設計案に落していくのが一般的であった。

このような背景のもとで、人間が持つイメージや感性を翻訳して物理的なデザイン要素として表現し設計に活かす研究がさかんに行われている¹⁾。さらに最近では、コンピュータを使ってこれらの設計を支援する手法も報告されるようになってきた^{2)~6)}。しかしなが

ら、これらの手法の多くは、統計調査に基づいて製品のイメージをつかさどる普遍的な特徴を見いだすことを基本としており、個人の主観というよりは、むしろ一般的なイメージの設計案への反映を目的としている。

筆者らが提案している概念空間形成型設計法^{7)~9)}は、入力されたイメージをもとに過去の設計事例を修正して新たな設計案を作成することにより、個人レベルの主観性を反映させた概念設計の支援を目指すものである。この手法は、過去の設計事例に対する個人のイメージを用いて概念空間を形成し、この空間上で希望するイメージに位置的に近い類似事例を、オペレーションと呼ぶ事例の変形操作を用いて変形することで、新しい設計案を作成する手法である。これまでに5×5程度の格子からなる簡単な図形を対象とした実験により、その基本的な性質を明らかにしている。

本研究では、この手法を実対象に適用した設計支援システムを開発することにより、その有効性に対する

[†] 大阪大学工学部

Faculty of Engineering, Osaka University

[☆] 現在、日本アイ・ピー・エム (株)

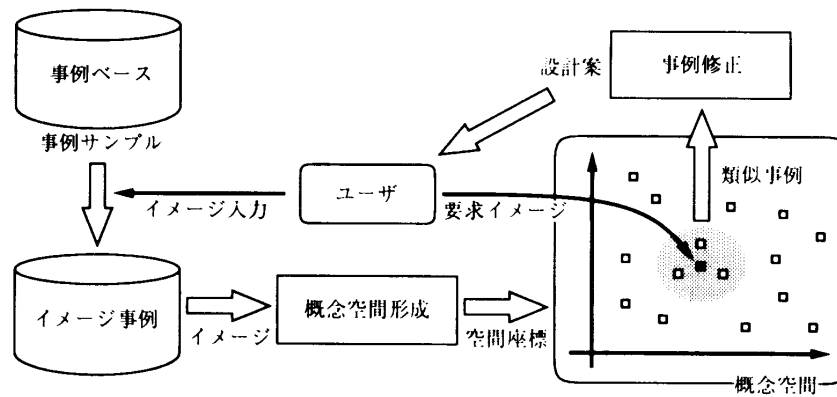


図1 概念空間形成型設計の枠組

Fig. 1 Framework of concept space formational design.

検証を行う。具体的な設計対象として、人間や動物をデフォルト化したキャラクタ¹⁰⁾を取り上げ、簡単な操作でユーザの希望するイメージにあった設計が可能なシステムの構築を試みる。キャラクタデザインシステムの構築にあたり、事例の表現モデルとして円錐連結モデルを導入する。これにより、いくつかのパラメータの操作として、事例変形操作を実現する。また、事例を構成する各部位の意味を規定した雛型を導入することにより、イメージを考慮した部位の対応付けと比較を可能とする。

以下、2章で概念空間形成型設計法の概略について述べた後、3章、および4章で事例の表現モデルとその変形法について説明する。5章で開発した設計システムについて述べ、6章ではシステムを用いた評価により手法の有効性を明らかにする。

2. 概念空間形成型設計の枠組

概念空間形成型設計では、比較的少量の過去の設計事例に対するユーザのイメージをもとに形成した概念空間を用い、希望するイメージに近い類似事例を検索し、これを修正することで新たな設計案を作成する(図1)。

まず、過去の設計事例が格納されている事例ベースからサンプル事例を選択する。ユーザはあらかじめ決められたイメージ属性を用いてサンプル事例に対するイメージを入力する。

次に、入力された属性値をもとに、サンプル事例を主成分分析し、概念空間を形成する。すなわち、イメージ属性の属性値に対する合成変量から第1主成分と第2主成分を抽出し、これを座標軸とする平面として概念空間を形成する。そして、ユーザが要求するイメージを、同一のイメージ属性を用いて入力し、概念空間上での要求イメージの位置を決定する。

概念空間上のユーザの入力位置の近傍の3つの事例を類似事例として検索し、入力位置に最も近い最類似事例から他の2つの類似事例への変形操作をそれぞれ導出する。この変形操作は、事前に定義された各種オペレーションの順序付き系列として規定する。ここでオペレーションとは、事例を変形するための基本的な操作プリミティブを意味し、その変形の度合いに応じた重みが与えられている。

得られたオペレーション列をもとに、最類似事例をユーザの要求イメージに近付ける変形操作を合成し、これを最類似事例に適用することにより、要求イメージにあった設計案を生成する。具体的には、概念空間上で最類似事例から他の2つの類似事例へのベクトルの合成ベクトルとして要求イメージの位置を規定し、合成ベクトルを求める際に決定した係数に対応させて2つのオペレーション列の重みを配分することにより、合成オペレーション列を獲得する。

概念空間の形成法、オペレーション列の導出法、オペレーション列の合成法の詳細については、文献7)~9)を参照されたい。

3. キャラクタ事例の表現モデル

本研究ではキャラクタデザインを対象とし、キャラクタが持つ全体的な印象を取り扱う。キャラクタの比較や変形は、姿勢・骨格・体型・体格などの外形的な特徴に着目して行う。このため、これらの観点からの加工が容易な事例表現モデルが必要となる。具体的には、事例表現モデルには、

- モデルを単なる図形集合ではなく、モデルを構成する各部位が意味を持つものとして表現できる、
- モデル間での比較が行え、差異が位置や座標などに依存しない形式で得られる、
- 利用者に図形処理の知識を要求せずモデルの加工

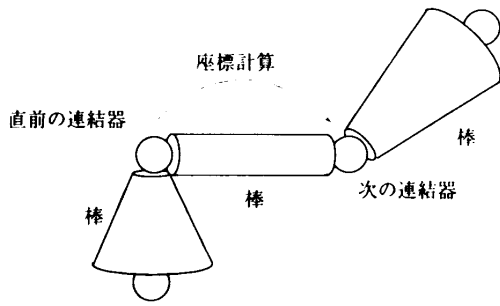


図2 円錐連結モデル
Fig. 2 Cone connection model.

表1 棒と連結器のデータ
Table 1 Data of rods and joints.

データ名	データの内容
連結器部	axes position scale
棒部	direction scale length top bottom offset joint

が容易に行える、
ことが要求される。
ここでは事例を表現するモデルとして、図2に示すサイズが可変の円錐状の棒と連結器から構成される円錐連結モデルを用いる。各部分の位置座標や方位等の絶対的な構成データは連結器に、寸法や接続角度などの相対的な構成データは棒部に格納する。格納データの詳細を表1に示す。棒が持つ相対的なデータとその棒が接続している直前の連結器が持つ絶対的なデータから次の連結器の座標・方位などを求め格納する作業を棒の接続により作られる木の末端に至るまで再帰的に繰り返すことにより、1つのモデルが組み立てられる。

棒間の接続角度は、初期状態においてZ軸の方向を向いている棒を、図3に示される角度設定に従って方向設定し direction で指定した方向に向かせることで設定する。これは接続する棒間の相対的な接続角度であり、設定値は棒の部分に格納される。なお回転軸についての回転演算は、 θ 方向 \rightarrow ϕ 方向 \rightarrow λ 方向の順序付き演算であるので、回転演算の順序を変えたい場合は2つの連結器を使い演算順序を明示的に変える必要がある。

連結器は、棒に記述されたデータをもとにコンピュータがモデルを組み立てる際に値を格納するのに使用する

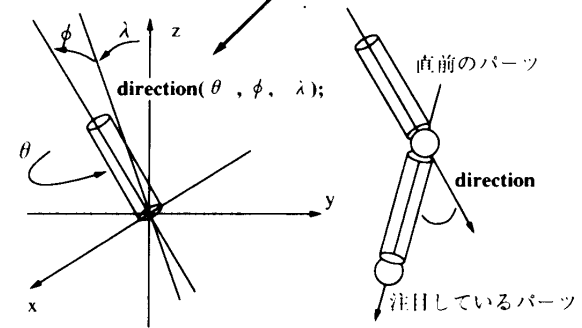
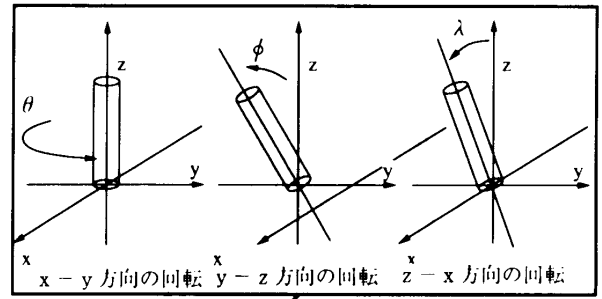


図3 棒の接続角度
Fig. 3 Direction of connection between rods.

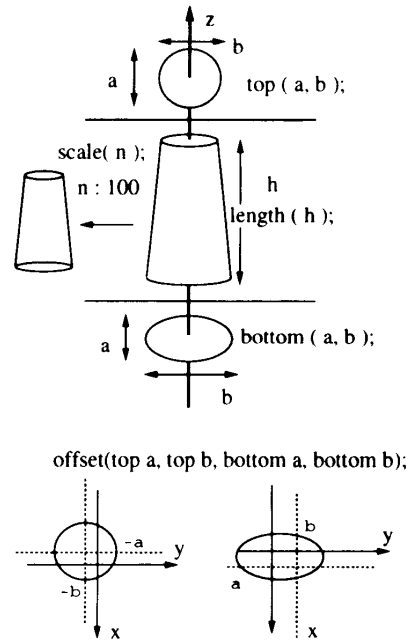


図4 棒の寸法
Fig. 4 Parameters of a rod.

るもので、棒間の接続関係をもとにモデルを組み立てていく際に自動的に計算、設定される。したがって、必要な残りの設定は棒の寸法だけである。図4に棒に行う各設定を示す。これらの設定により、円錐台の棒が加工され希望する形を作る。

円錐連結モデルを使うことで、必要な設定を部分ごとの図形の寸法と、接続がある部分間の接続関係だけに限定でき、モデルを変形する際に変更の影響伝搬

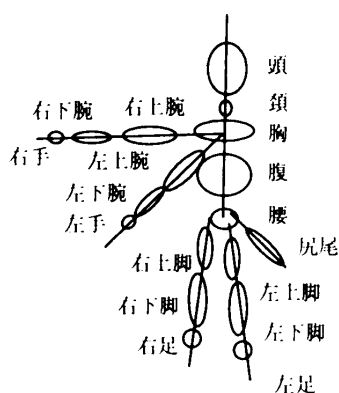


図5 キャラクタの雛型

Fig. 5 Model pattern of a character.

について考慮する必要がなく、事例間の変形が容易となる。

一方、類似事例間での比較を実現するために図5に示す雛型と呼ぶ基本構造を用意する。これは、事例を構成する各部位の意味を規定するものであり、事例間の比較の際には、雛型に記述された部分について行い、雛型にない事例特有の部分構造については離散的に変化する部分として取り扱う。

4. キャラクタ事例の比較と変形

類似するキャラクタ事例間で比較や変形を行う場合、雛型で規定された各部分について、対応する部位の差異が具体的な数値データとして得られるならば、それらの演算により変形操作を導出できる。しかしながら、対応部位が特定できない場合や、対応していても、手足の数などのように物理的特徴が離散的に変化する場合には、単純な数値演算で変形操作系列の導出はできない。以下では、事例間で比較が行える部位の連続的変形の導出と離散的に変化する部位の変形について述べる。

4.1 比較可能部位の連続的変形

雛型による比較可能な部位は、その差異が具体的な数値として得られる。したがって、基本的には得られた差異に相当する変形操作がオペレーションと見なせる。図6に連続的に変化する部位の比較と得られる差異の例を示す。ここでは、事例間の姿勢的な特徴に着目して比較が行われており、脊椎を側面から見たときの接続角度の差異に相当する変形演算を使用するオペレーションとして決定している。ただし、キャラクタの比較と変形を雛型に登録された部位ごとに実施することは、単純な図形情報としての取扱いとなり、イメージを十分に反映することができない。そこで実際には、キャラクタの比較を事例を構成する各部分につ

いて別々に行うのではなく、イメージ的に関連のある部位をひとまとめにする。具体的には、各部位を表2に示すように体部、頭部、脊椎、両腕、両脚、尻尾の6グループに分類し^{*}、各グループ間で変形操作を導出する。

変形操作を導出する際の比較項目を表3に示す。すなわち、体部への接続の比較では、対象となる4つの部位の付け根の部分の連結器の接続角度の設定値を比較し、得られた差異をもとに変形操作を導出する。また、角度の形状の比較では、頭部、脊椎、腕、脚、尻尾を構成する棒の接続関係を比較する。骨格構造の比較では、脊椎の長さに対する頭部、腕、脚、尻尾の長さを比較し、得られた差異をオペレーションとする。そして、体型比較では、頭部、脊椎、腕、脚、尻尾を構成する棒の太さを比較し、得られた差異をオペレーションとする。各比較項目から導出されたオペレーションを組み合わせたオペレーション列を最類似事例に適用し、新たな設計案を生成する。

なお、オペレーションの組合せは概念空間上での事例の位置関係に従って決定されるため、必ずしも物理的に整合な事例変形が実現される保証はない。すなわち、たとえば2本の棒がめり込んだ設計案が得られるなど、実際には構築不可能な形状を導く可能性がある。このような不整合自身は容易に検出できるが、生じた不整合を作為なしに合理的に解消することは困難である。一方でキャラクタデザインの際に重要となる発想の柔軟性を考慮すると、このような不整合は排除するよりも、むしろ積極的にユーザに提示して、たとえば腹の中に埋め込まれた顔を持つキャラクタなど、斬新なキャラクタの設計に利用することが望ましいと考えられる。そこで、ここでは物理的に不整合な変形操作に関しても、作為的に除外せず、そのまま適用するという方針をとる。

4.2 離散的変形

ある種の事例に特有な部位は、比較対象となる事例に存在せず、その部位の有無といった離散的変形として取り扱う必要がある。また、対応付けられる部位が存在する場合でも、その個数が異なる場合などは離散的に変形しなければならない。ここでは、以下の2種類に分けて、離散的変形を取り扱う。

- 雛型の中に機能や構造が同じ部品が存在する場合一方の事例に同一の部位を構成する部品が複数存在するとき、これらすべてを雛型の1つの部位に対応

^{*} 厳密には両腕、両脚はそれぞれ左右を別のグループとして扱うため、合計8グループとなる。

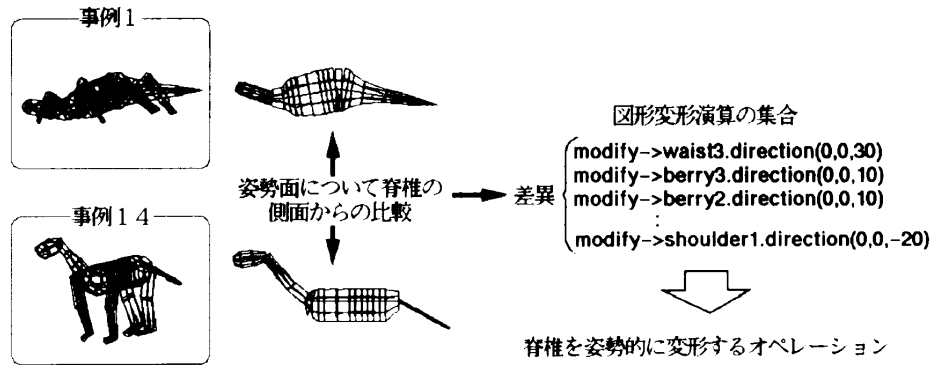


図6 部位の比較と導出オペレーション
Fig. 6 Comparison of parts and the derived operation.

表2 部位の分類
Table 2 Classification of parts.

グループ	分類される部位
体部	(胸, 腹, 腰)
頭部	(頭, 頸)
脊椎	(頸, 胸, 腹, 腰, 尻尾)
両腕	(右上腕, 右下腕, 右手) と (左上腕, 左下腕, 左手)
両足	(右上脚, 右下脚, 右足) と (左上脚, 左下脚, 左足)
尻尾	(尻尾)

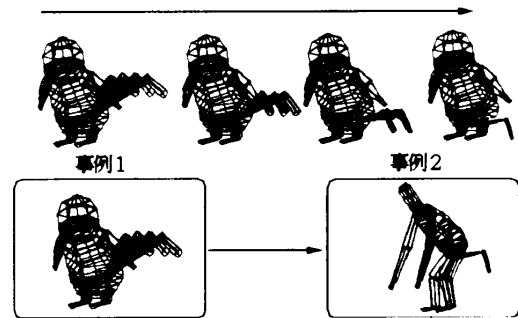


図7 離散の変形の例
Fig. 7 An example of discrete transformation.

表3 事例間の比較項目
Table 3 Comparison points between cases.

比較項目	対象部位	比較データ
体部への接続	頭部, 両腕, 両脚, 尻尾	direction
角度的形状	頭部, 脊椎, 両腕, 両脚, 尻尾	direction
骨格構造	頭部, 脊椎, 両腕, 両脚, 尻尾	length
体型	頭部, 脊椎, 両腕, 両脚, 尻尾	top, bottom, offset

付けるのではなく、その中からあらかじめ代表的な部品を1つ選択し、これを事例間での比較対象として扱い、連続的変形の方法でオペレーション列を導出する。それ以外の部品を変形する際には、次に述べる「比較や参照できる部品がない場合」と同様の方法を用い、段階的な削除や付加により離散的な扱いをすると同時に、代表的な部品をもとに導出されたオペレーション列を適用する。

- 雛型の中に比較や参照できる部品がない場合
事例のある部品が雛型に登録されておらず、他の部位との関係が不明な場合、比較や参照は行えない。このような場合には、その部品の変形に関する情報がいっさい得られないので、単にその部品を用いるか用いないかといった2値の扱いをする。すなわち、

可能な変形操作として付加、削除のみを考える。ただし、これらの変形操作は概念空間上での距離に応じて段階的に行う。たとえば該当する部品が1つの場合には、その付加や削除は事例間の概念空間上での中点で実施する。同じ部品が複数個ある場合には、概念空間上での距離をその個数で均等に分割し、分割された点ごとに部品を1つずつ付加あるいは削除して変形する。

たとえば、事例1を4つの尻尾を持つキャラクター、事例2を通常の単一の尻尾を持つキャラクターとし、事例1から2への変形を考える。この両事例を比較する場合、事例1の4つの尻尾の中あらかじめ定めた代表的なもの1つに関しては雛型を通して事例2の尻尾と対応付け、通常の連続的変形のオペレーション列が導出される。残りの3つに関しては事例間の概念空間上での距離を等分した点を想定し、その距離に応じて離散的に尻尾を削除しながら、上の連続変形を併用した操作が導出される。尻尾の部分のみに着目して変形操作を実施した例を図7に示す。

5. 概念空間形成型設計によるキャラクターデザインシステム

概念空間形成型設計手法を用いた設計案の作成・表

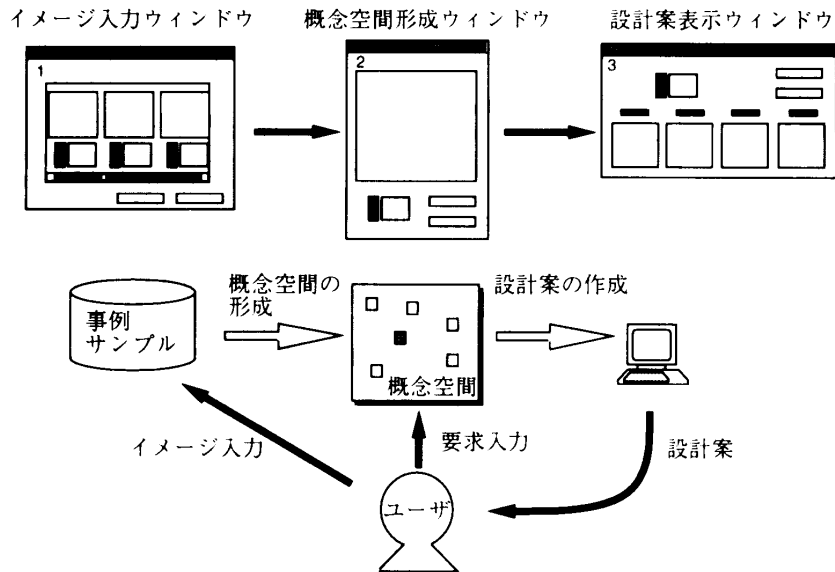
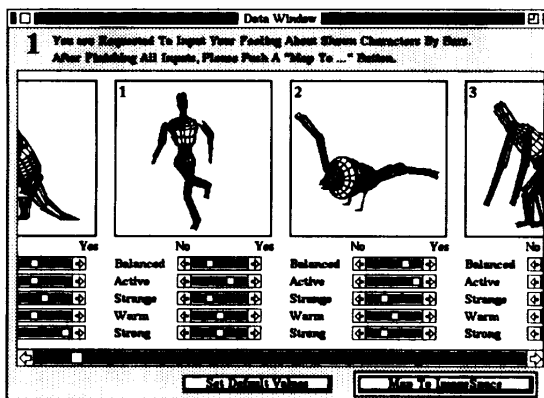


図8 キャラクターデザインシステム

Fig. 8 Overview of character design system.

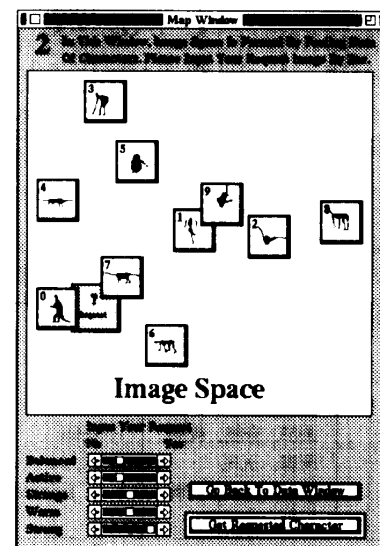
図9 イメージ入力ウィンドウ
Fig. 9 Image input window.

示・評価の実験が容易に行えるように、キャラクターの設計案を作成するシステムを Sun ワークステーション上に開発した。システムは、X ウィンドシステムの Xlib (R5) を用いて C 言語により実装されており、プログラムの規模は 10,000 ステップ程度である。

作成したシステムの操作イメージを図 8 に示す。システムは、3つのウィンドウを持ち、各ウィンドウで必要な各種の設定を行い設計案を作成する。各ウィンドウ間の移動は、ウィンドウ内にあるボタン、あるいは移動先のウィンドウ自身をマウスでクリックすることでできる。その際にデータの更新が必要なウィンドウには、データの更新依頼が發送され、ウィンドウ間でデータの整合性が保たれるようになっている。各ウィンドウの機能を以下に示す。

(1) イメージ入力ウィンドウ

図 9 に示すウィンドウであらかじめシステム側で

図10 概念空間形成ウィンドウ
Fig. 10 Concept space formation window.

用意し提示した過去のサンプル事例に対するユーザーのイメージ入力機能を持つ。ユーザーによりイメージが入力されると、設定されたデータをマッピングウィンドウへ渡す。現在、イメージ属性はスライドボリュームを用いて5段階の評価値を入力できるようになっている。

(2) 概念空間形成ウィンドウ

図 10 に示すウィンドウで、図 9 のウィンドウで入力されたイメージ入力をもとに主成分分析を行い、第1主成分、第2主成分を軸に作成されたユーザーの概念空間を表示する。また、図 9 で提示したものと同一イメージ属性を用いて要求イメージの入力を行

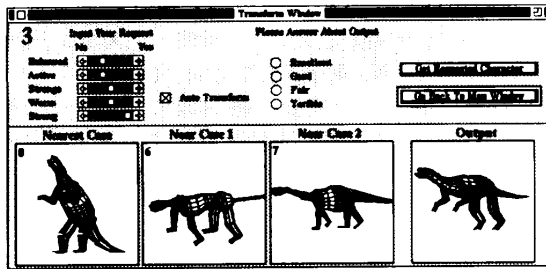


図 11 設計案表示ウィンドウ
Fig. 11 Design presenting window.

い、その概念空間上での位置を表示する。図において「?」マークで表示されている箇所が要求イメージの位置である。

(3) 設計案表示ウィンドウ

図 11 に示すウィンドウで、入力された希望イメージに対して概念空間形成型設計を適用し、得られた設計案 (Output Case) および設計の際に検索された類似事例 (Near Case) を表示する。なお、図 10 で示すウィンドウによる要求イメージの入力をここで行うこともできる。

6. 評価

構築したシステムを用い、ユーザの希望するイメージにあったデザインが作成されているかを実験的に評価した。実験手順を以下に示す。

- (1) イメージ入力ウィンドウで被験者に 10 個のサンプル事例に対するイメージを入力してもらい、概念空間を形成する。この概念空間上において、無作為にいくつかの座標を抽出する。
- (2) 抽出座標を要求イメージに相当する点と見なし、抽出座標に対するキャラクタを作成する。
- (3) 作成された図形を被験者に提示し、これに対するイメージをイメージ属性により回答してもらう。
- (4) 回答イメージを概念空間上に配置し、抽出した座標と回答イメージの座標の空間上でのズレを計算する。

計算したズレが評価尺度となる。すなわち、ズレの大きさが比較的小さければ、被験者のイメージにあった図形が作成されていると見なせる。ここでは、ズレの相対的な大きさを判断するため、概念空間上の任意の 2 事例間の距離をリファレンスとして用いた。なお、この実験を実施するにあたり、前章で示したシステムに、座標の無作為抽出、座標間距離計算などの諸機能を暫定的に付加している。

図 12 は、10 個のサンプル事例から形成されたある被験者の概念空間である。この概念空間上で、無作為

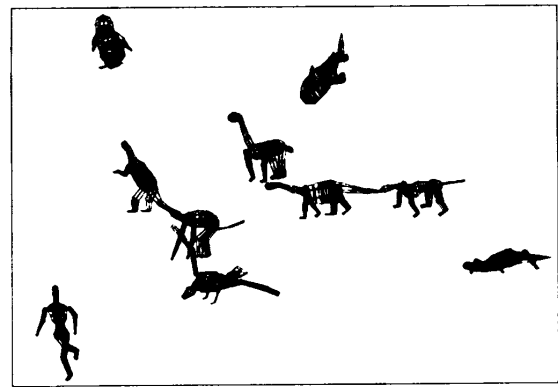


図 12 被験者の概念空間
Fig. 12 A concept space of a test subject.

安定な	3	3	2
活動的な	2	2	3
奇妙な	2	3	4
眠かみのある	3	4	4

安定な	2	1	2
活動的な	3	4	3
奇妙な	3	5	4
眠かみのある	2	2	4

図 13 作成されたデザインに対する被験者の評価
Fig. 13 Evaluation of designed characters.

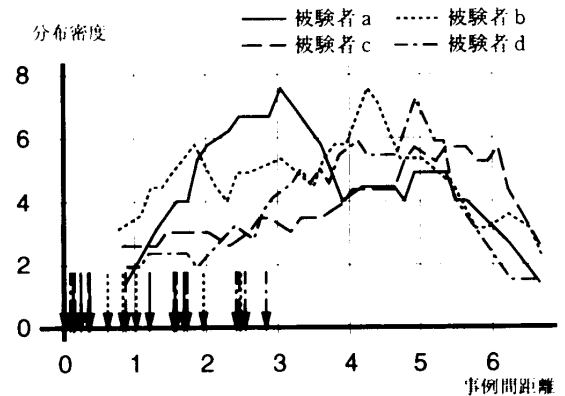


図 14 事例間の距離による評価
Fig. 14 Evaluation based on distance between cases.

に抽出した 6 つの点についてキャラクタを作成し評価してもらった結果、図 13 のような回答が得られた。同様の評価実験を 4 人の被験者を対象として実施し、得られた回答と概念空間上の各事例の配置より、任意の事例間の距離を計算した結果を図 14 に示す。折れ

線は概念空間上での任意の2事例間の距離の分布、つまり横軸の数値を持つ事例間距離の密度(頻度)を表している。また、矢印は作成されたキャラクタの事例の位置とその事例に対する被験者の評価位置の差を表している。矢印のほとんどが密度的なピークのある距離よりも近い値を示している。また、1/3程度のものが最小事例間距離以下となっており、本システムを用いることにより、ユーザのイメージに比較的近いキャラクタの生成が実現されていることが分かる。

7. ま と め

本研究では、概念空間形成型設計法の実対象への適用を目的として、キャラクタデザインシステムを構築した。キャラクタの表現モデルとして円錐連結モデルを用い、図形演算による容易なモデルの加工を実現している。また、雛型の導入と部位の分類を通して、イメージを考慮した類似事例間の比較と変形を可能としている。本システムは、サンプル事例に対するイメージの評価により、利用者の個性を反映した設計案立案が可能である。

システムを用いた設計案の作成とその評価実験の結果、作成した設計案のうち、1/3程度のものはほぼ完全に利用者のイメージどおりのものが得られている。このことから、概念空間形成型設計法がキャラクタデザインのために有用なことを確認した。

参 考 文 献

- 1) 長町三生：感性工学，海文堂出版(1989)。
- 2) 一松 信，村岡洋一：感性と情報処理，共立出版(1993)。
- 3) 井口征士：感性の情報科学的研究，計測と制御，Vol.33, No.3, pp.198-203 (1994)。
- 4) 井口征士ほか：感性情報処理，オーム社(1994)。
- 5) 長町三生：感性商品学，海文堂出版(1994)。
- 6) 辻 三郎(編)：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平成6年度成果報告書(1995)。
- 7) Nagata, T., Ohkawa, T. and Komoda, N.: Case-Based Evolutional Design by Primitive Operators, *Proc. 1994 IEEE Intl. Conf. on Systems, Man and Cybernetics*, pp.2492-2497 (1994)。
- 8) Nagata, T., Ohkawa, T. and Komoda, N.: Case-Based Transformational Design Method Based on Personal Specification, *Proc. IEEE Intl. Symposium on Industrial Electronics*, pp.924-929 (1995)。
- 9) 長田聡宏，柿原 要，大川剛直，薦田憲久：個

人の主観による感性を用いた概念空間形成型設計，電気学会論文誌電子・情報・システム部門誌，Vol.116-C, No.4, pp.457-464 (1996)。

- 10) 柿原 要，大川剛直，薦田憲久：イメージ事例を用いた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，平成7年電気関係学会関西支部連合大会，G382 (1995)。

(平成7年10月4日受付)

(平成8年4月12日採録)



柿原 要

昭和47年生。平成7年大阪大学工学部情報システム工学科卒業。同年同大学院工学研究科情報システム工学専攻博士前期課程入学。感性情報処理の研究に従事。



長田 聡宏

昭和44年生。平成5年大阪大学工学部情報システム工学科卒業。同年同大学院工学研究科情報システム工学専攻博士前期課程入学。感性情報処理の研究に従事。平成7年同専攻修了。同年日本アイ・ビー・エム(株)入社。平成5年度電気学会論文発表賞受賞。



大川 剛直(正会員)

昭和38年生。昭和61年大阪大学工学部通信工学科卒業。昭和63年同大学院博士前期課程修了。平成2年大阪大学工学部通信工学科助手。現在、大阪大学工学部情報システム工学科講師。工学博士。知識獲得、定性シミュレーションなどの研究に従事。IEEEなどの会員。



薦田 憲久(正会員)

昭和25年生。昭和49年大阪大学大学院電気工学専攻修士課程修了。同年(株)日立製作所入社。昭和56~57年UCLA留学。平成3年大阪大学工学部情報システム工学科助教授。現在、同教授。工学博士。システム工学，知識情報処理の研究に従事。計測自動制御学会昭和61年度論文賞，同学会昭和62年度技術賞受賞。IEEEなどの会員。