

イメージ事例を用いた概念空間形成型設計

長田 聡宏 大川 剛直 薦田 憲久

大阪大学工学部

概要

個性重視の時代といわれる今日、個々の顧客の主観性を活かし、顧客のイメージにあった設計案の創出が必要となってきた。しかし、顧客個人の製品イメージを取り扱うのは困難であり、計算機による支援が必要である。本研究では、過去の設計事例のサンプルに対する顧客イメージを基に、それらを概念空間に配置し、顧客が実際に望んでいる製品イメージの空間上の位置と過去の事例との相対位置から、新しい設計案を作成する手法を開発した。本手法は、比較的少量の事例に対する顧客イメージの入力により概念空間を作成するので、顧客の個性を重要視し、それを設計案に反映できるという特徴を持つ。

Design Method by Concept Space Formation Using Image Case-Base

Toshihiro Nagata, Takenao Ohkawa, Norihisa Komoda

Faculty of Engineering
Osaka University

Abstract

In this paper, we present a method of designing a new product suited for the customer's image. The method consists of two phases. In the first phase, a concept space is formed by using customer's images of several existing design cases. In the second phase, a new product is designed by using the relative position in the concept space of several design cases which are similar to the customer's image. This method has a feature that it can create products from the viewpoint of customer's personality, because a concept space is formed based on each customer's images of existing cases.

1 はじめに

人間はある製品やアイデアなどを見た時に、それらに対して何らかのイメージを持つ。イメージは、製品やアイデアの種類によっては、それらの価値をある程度決めてしまうことがあるので、製品やアイデアが完成する前に、顧客のイメージを考慮に入れた設計案を立案する必要がある。

製品のイメージに関しては、経験的知識によってデザインされることが多く、顧客とデザイナーがインタラクティブにイメージを設計案に落とし込んでゆくのが一般的であり、コンピュータによる支援も困難であった。しかし、感性情報処理 [1] に関する研究が進むにつれて、それも可能になりつつある。

これまでの感性情報処理に関する研究では、過去の設計事例がもつイメージを因子分析や多次元尺度構成法などの多変量解析を用いて、数量化することにより、イメージと対象の物理的特徴との関連を明確にし、新しい設計案を作る手法 [2] [3]

などが報告されている。

これらの手法では、製品イメージを掌る普遍的な特徴を求めることに主眼が置かれており、個々の製品に対するイメージの個人差があまり反映されていない。また、イメージと物理的特徴との関連を特定するためには膨大な調査を必要とし、種々の製品に対してこれを求めることは容易でない。さらに、製品のイメージとある特定の物理パラメータとの関係は、本来製品の種類や性質に大きく依存するものであり、あるイメージに対する新しい製品を設計する時には、それと似たイメージを持つ設計事例を参照する必要があると思われる。

本研究では、過去の設計事例のサンプルに対する顧客イメージを基に、それらを概念空間に配置し、顧客が実際に望んでいる製品イメージの空間上の位置と過去の事例との相対位置から、新しい設計案を作成する手法を開発した。本手法は、少量の事例に対する顧客イメージの入力により概念空間を作成するため、顧客の個性を重要視し、それを設計案に反映できるという特徴を持つ。

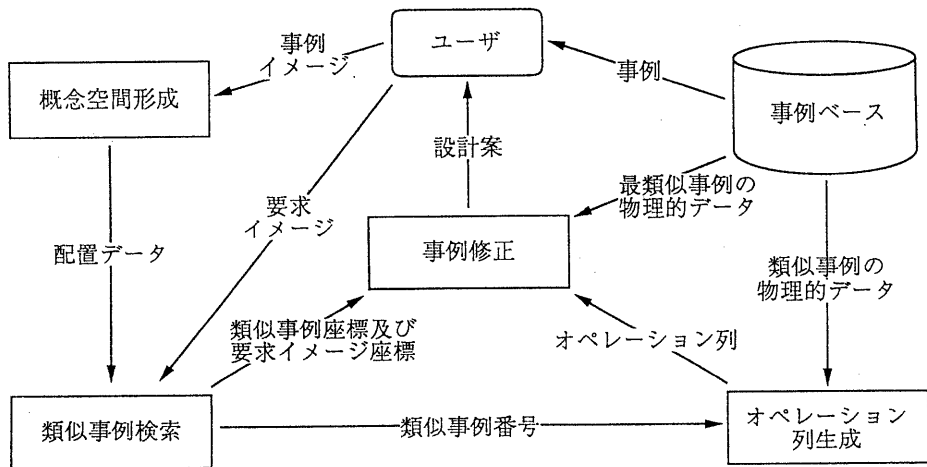


図 1: 概念空間形成型設計の枠組

2 概念空間形成型設計の概要

本手法では、比較的少量の事例に対してイメージの属性値 [4] を与え、類似事例をユーザの望むイメージに合うように修正し、出力する。最初に、事前に与えられたイメージ属性に関して、ユーザが各事例のイメージを入力し、それらを主成分分析 [5] を用いて概念空間に配置 [1] する。次に、ユーザが実際に求めている設計イメージを同一の属性を用いて入力し、空間の固有ベクトルを用いてその入力位置を決定する。最後に、決定した位置に近い事例に“オペレーション”を適用することにより、類似事例を修正して入力イメージに合う設計案を作成する。ここでオペレーションとは、ある事例をそれと類似した別の事例に一致させる操作のことである。従来の事例ベース推論 [6] [7] [8] [9] とは異なり、本手法は事例どうしの概念空間上での相対位置を利用し、事例を修正している。その枠組を図1に示す。

本手法は、製品のイメージを決定する普遍的なパラメータの導出に主眼を置くのではなく、入力イメージに類似したイメージの事例を修正するこ

とにより、新たな設計案を得る。これにより、イメージに影響すると考えられる物理的パラメータの特定ができない対象や困難な対象に特に有効といえる。

3 図形のイメージ設計

ここでは設計対象として、プリミティブな形状のパーツによって作られた“絵”を用いる。その絵全体が持つイメージをユーザが判断し、そのイメージの属性値を基にそれらを概念空間に配置して、類似事例を修正することによりユーザが入力したイメージに合う絵を出力する。その概要を図2に示す。

事例となる図形は、縦5ポイント、横5ポイントの合計25ポイントに、基本的な形状のパーツを配置することによって構成される。各設計事例には、図形の構成に関する物理的な情報を与える。すなわち、図3のような絵全体の基準となる基準点、さらに絵を構成しているパーツの種類、基準点からの相対座標を付与する。

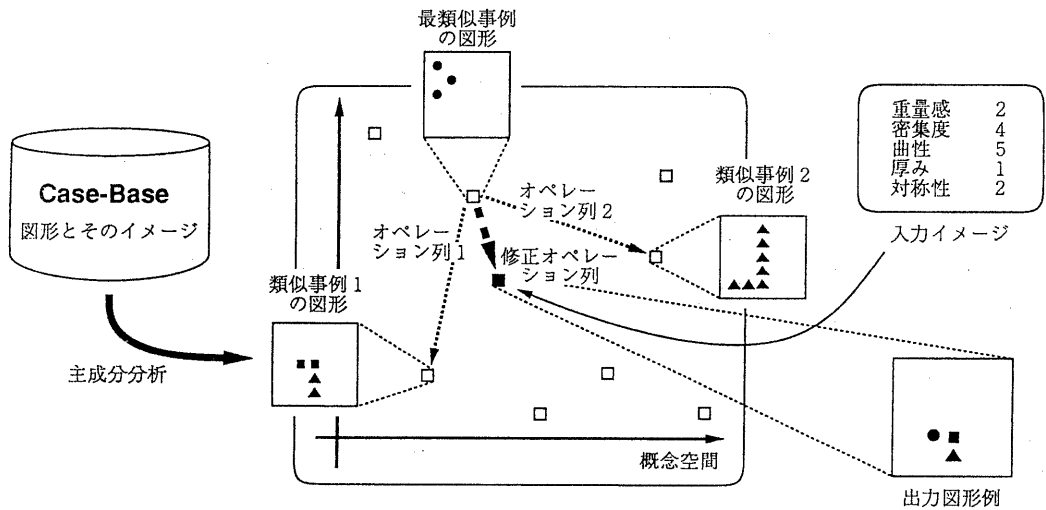


図2: 概念空間形成型設計

3.1 概念空間の形成

事例ベースに格納されている事例をユーザに提示し、ユーザがそれぞれの事例に対するイメージを入力する。例えば、50個の事例に対してユーザがイメージの属性値を入力したものを、表1に示す。この属性値を基に主成分分析を用いて、図4のように事例を2次元の概念空間に配置する。

この空間では、イメージの似た事例が近くに配

置されるので、ユーザの求めるイメージの位置に近い事例を用いて、新しい設計案を作成することができる。

表 1: 50 個の事例に対するイメージの属性値

事例番号	重量感	密集度	曲性	厚み	対称性
1	2	3	4	1	2
2	2	3	4	1	2
3	2	2	3	1	2
4	3	2	3	2	2
5	5	3	3	3	2
⋮					
49	4	4	1	4	2
50	2	2	1	1	4

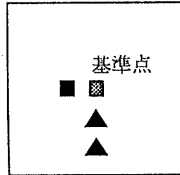


図 3: 基準点の例

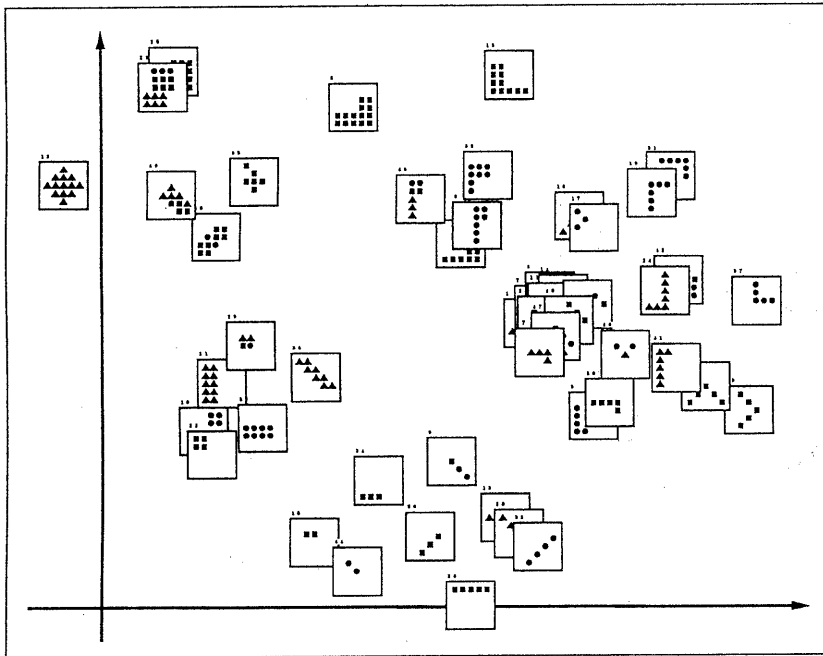


図 4: 概念空間の例

3.2 オペレーション集合の生成

概念空間を形成した際に計算した空間の固有ベクトルを用いて、新しくデザインするユーザーイメージが、空間内のどの点に位置するのかを計算する。その点との距離が近い3つの事例を、類似事例として検索する。ただし、このとき図5のように、類似事例の概念空間上の位置を結んでできる三角形の内部にユーザ概念の位置が来るように類似事例を選ぶ。

概念空間における類似事例の位置ベクトル \vec{C}_i ($i = 0, 1, 2$) と、入力イメージの位置ベクトル \vec{C}_u を求める。ただし、 \vec{C}_0 は最類似事例の位置ベクトルを表す。ここで、これら3つの類似事例に対して、最類似事例を類似事例1および2に一致させるオペレーション集合 $\{OP1\}$ および $\{OP2\}$ を求める。各オペレーションは図形内に定義されている基準点を基に、表2のように定義する。オペレーションの重みは、後にオペレーション列を求める際に使用するものであり、図形から受けるイメージを大きく変化させると思われるオペレーションほど大きくとる。

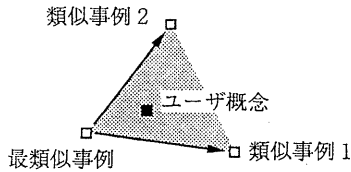


図 5: 類似事例とユーザ概念の位置関係

表 2: オペレーション

平行移動	図形を基準点に対して x, y 軸方向に整数値分だけ平行移動する。	重み 1
回転移動	基準点を中心に図形を 45 度きざみで回転する。	重み 2
線対称移動	基準点を通る 8 方向の線に関して対称移動する。	重み 2
縮小・拡大	軸方向に定数倍する。	重み 2
置き換え	ある座標のパーツを別のパーツに置き換える。置き換えは各パーツの種類ごとに基準点に近いものから行なう。	重み 1

オペレーション集合は、まず2つの図形の基準点を一致させるように平行移動し、次に、回転移動、線対象移動、拡大縮小を行なって2つの図形のパーツの存在位置を一致させ、最後に、パーツの置き換えを行ない生成する。このとき、2つの図形が完全に一致しないこともあるので、2つの図形のパーツがある一定の割合以上一致していれば、図形全体が一致したと考える。このオペレーション集合生成の例を図6に示す。

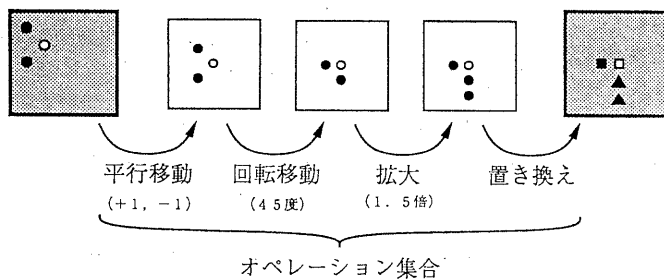


図 6: オペレーション集合生成の例

3.3 オペレーション列の生成

次にオペレーション集合からオペレーション列を作成する。オペレーション列は、最類似事例に対してどのオペレーションをどういう順番で適用するかを決めた列である。

まず、オペレーション集合に含まれる各オペレーションを半分に分ける。例えば、平行移動(2,3)であれば、平行移動(1,2)と平行移動(1,1)、45度の回転移動であれば、0度の回転移動と45度の回転移動に分ける。このとき、オペレーションの単位を考慮して端数を切り捨てるたものと、切り上げたものに分ける。

つぎに、オペレーションの重みの小さいものから順に、先ほど2分割したオペレーションの前者を取り出し、さらに、重みの大きいものから順に、2分割したオペレーションの後者を取り出してオペレーション列を生成する。このとき、重みの等しいものは順序を入れ換えて、オペレーション列の代替案とする。例えば、オペレーション集合

{ 平行移動(2, 3), 回転移動(45度), 拡大(1.5倍) }

を2分割することにより、

平行移動(1, 1), 平行移動(1, 2), 回転移動(0度), 回転移動(45度), 拡大(等倍), 拡大(1.5倍)

が得られ、オペレーション列として次の2種類が生成される。

- ・ 平行移動(1, 1), 回転移動(45度), 拡大(1.5倍), 平行移動(1, 2)
- ・ 平行移動(1, 1), 拡大(1.5倍), 回転移動(45度), 平行移動(1, 2)

このように、イメージを比較的大きく変化させるオペレーションをオペレーション列の中央に持ってくることにより、ある事例付近の設計案はその事例に近い図形にすることができる。つまり、図7のように概念空間上のある2つの事例の中間位置に、2つの事例の物理的な「ギャップ」を置くことができる。このようなオペレーションを用いて事例を修正すれば、ある事例とその近傍にくるユーザ概念とのイメージ的類似性を保つことができる。

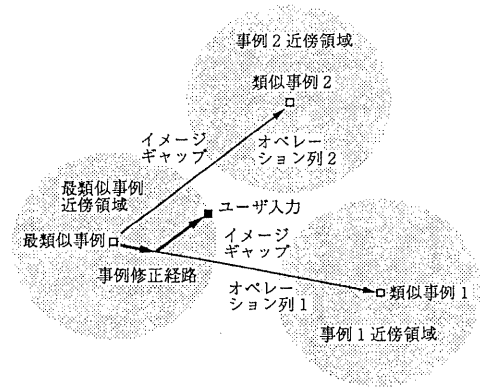


図7: 最類似事例の修正イメージ

3.4 最類似事例の修正

求めたオペレーション列を用いて、次のように最類似事例を修正する。概念空間上のユーザイメージの位置を最類似事例からの相対位置で表すために、他の類似事例の位置を用いて、

$$\vec{C}_i = \vec{C}_i - \vec{C}_0 \quad (i = 1, 2)$$

と表し、

$$\vec{C}_{in} = a_1 \vec{C}_1 + a_2 \vec{C}_2$$

となるような $a_k (k = 1, 2)$ を計算する。図5のような三角形の内部にユーザ概念があるので、 $0 < a_k < 1$ となる。オペレーション列 $OS1$ が最類似事例を類似事例1に、 $OS2$ が最類似事例を類似事例2に近づけるオペレーション列であるとすると、 a_k の値を考慮して、最類似事例の図形情報に $OS1, OS2$ から合成したオペレーションを作用させれば、最類似事例はユーザ概念に修正できる。例えば、 a_k の値が0.5であれば $OS1, OS2$ のうちの半分のオペレーション列を最類似事例に作用すれば良い。このとき、2つのオペレーション列を用いてユーザ概念の絵を合成するが、同じ種類のオペレーションを作用させる場合はそれらの平均を使用する。また、オペレーション列を生成した際に、複数のオペレーション列が求まっている場合は、オペレーション列の組合せにより複数の設計案を出力する。

この事例修正方法では概念的に近い図形同士のオペレーションを求めて作用させているので、飛躍的な図形作成を回避することができ、妥当な解を得ることができる。

4 おわりに

本手法によるイメージ設計は、イメージの原因となっている物理量を直接計算する従来の手法ではなく、事例をオペレーションにより修正しているので、イメージの原因となる特定の物理量を探す作業が不要である。つまり、ある事例を他の事例に変換する操作により、イメージを設計できるので、従来のような膨大なイメージ調査を行わずに済む。

また従来の手法と違って、本手法は少量の事例に対するイメージ入力だけで新しい設計案を作成する。したがって、イメージ入力の作業が比較的少なくて済むので、個々のユーザイメージに則した設計ができる。

今後の課題としては、実際の問題に対して、本手法をどのように適用することができるのか検討する必要がある。またその際に、問題特有のオペレーションとしてどのようなものが適当であるのか、検討する必要がある。

3.5 図形の作成例

50種類の基礎的な図形を空間配置し、ある3つの事例に対してオペレーションを施し、それらの近傍に修正した例を図8に示す。これらの出力例を見ると、3つの事例の特徴を兼ね備えていることがうかがえる。また、イメージ属性の「曲性」が大きい事例は、概念空間上でこれら3つの事例付近に集まっており、出力例のいずれの図形も曲性の大きいものになっている。これは、類似事例を用いて設計案を出力する利点である。

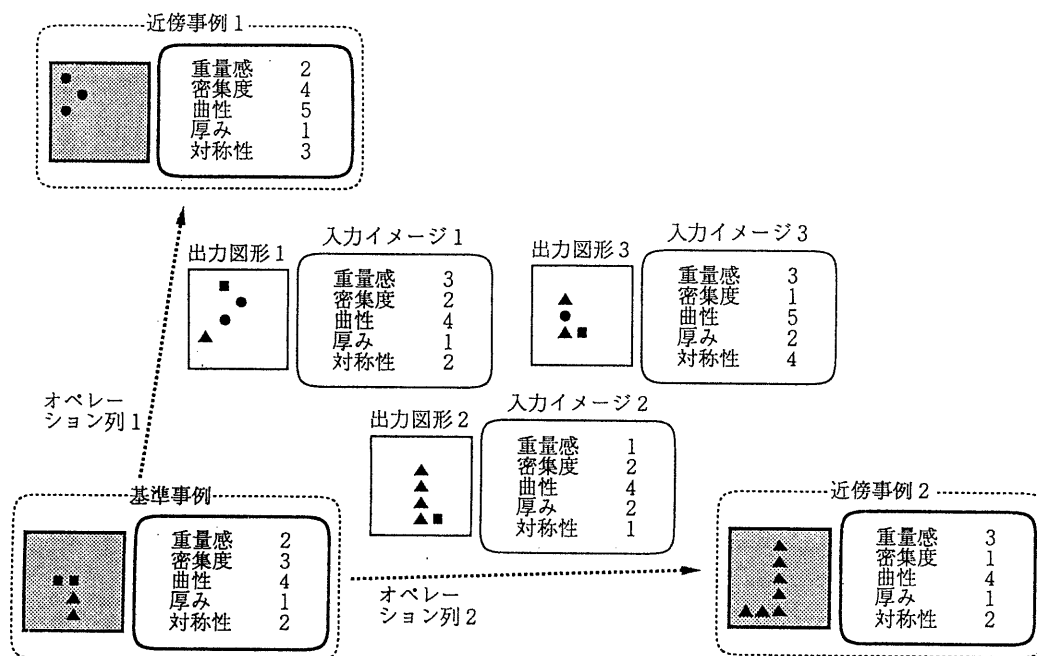


図 8: 事例の修正例

参考文献

- [1] 井口征仕 ほか: 感性情報処理, オーム社, (1994).
- [2] 森 典彦: デザイン工学, 朝倉書店, (1991).
- [3] 長町三生: 感性工学, 海文堂出版, (1989).
- [4] 岩下豊彦: SD 法によるイメージの測定, 川島書店, (1983).
- [5] 河口至商: 多変量解析入門 I, 森北出版, (1973).
- [6] 小林重信: “事例ベース推論の基礎と最近の動向,” 事例ベース推論の動向と課題 計測自動制御学会特別講演会資料 (第 3 回知能工学部会), pp.1-10(Mar. 1991).
- [7] 小林康弘: “事例ベース推論,” 人工知能学会誌, vol.8,no.1,pp.26-36(Jan. 1993).
- [8] 松原 仁: “推論技術の観点からみた事例に基づく推論,” 人工知能学会誌, vol.7, no.4, pp.567-575(July 1992).
- [9] M.Pearce et al.: “Case-based design support,” IEEE Expert Intelligent Systems & Their Applications, vol.7, no.5, pp.14-20(Oct.1992).