

ファジイ学習ベクトル量子化法を応用した商品の感性評価支援システムの開発

草野浩幸 清水文人 田上重雄
鳥取県工業試験場

われわれは感性工学を応用した感性情報評価技術に基づく商品設計システムの開発に取り組んでいる。システムの特徴として以下の2点が挙げられる。ひとつは商品イメージの測定とその数値化を行うためのデータのサンプリング手法として合議性による定量化手法であるSD手法（意味微分法：Sematic differential）を採用したこと。もうひとつは“感性のわかるデータベース”ソフトウェアの構築にニューラルネットワークの一実現法であるファジイ学習ベクトル量子化法(Fuzzy Learning Vector Quantization)を応用したことである。この評価支援システムは、商品が感性マップ上のどのイメージ言語に属するかを判断し、商品イメージの診断をする。本報では実験試料として椅子を用いてシステムの診断能力等の評価結果について報告する。

THE DEVELOPMENT OF SUPPORTING SYSTEM FOR EVALUATING KANSEI OF MERCHANDISE BY USING FUZZY LEARNING VECTOR QUANTIZAION METHOD

H.Kusano, F.Shimizu and T.Tanoue.

Industrial Research Institute of Tottori Prefecture.

390, Akisato, Tottori-shi, Tottori, 680 Japan

We are studying on the development of merchandise design system based on the evaluating trchnique of Kansei, which is applied Kansei engineering. This system is characterized by adopting Sematic Differential(SD) method for sampling data of merchandise image and by using Fuzzy Learning Vector Quantization(FLVQ) for making softwear understanding Kansei. we can evaluate image of merchandise by mapping on Kansei map. this paper reports about the result of evaluating chair samples using this system.

1. はじめに

平成不況の消費低迷は企業が消費者の高度に進化、分化した感性を把握しきれなくなったことにも一因があると考えられる。企業はドラスティックに変化しつつある社会構造と同様、嗜好が多様化している消費者の商品ニーズ（大量の情報）を整理、分析することが困難な状況に陥っている。それは、いままで主観的でとらえどころのないものとして扱ってきた商品イメージ（感性）を文字どおりイメージだけで処理してきたことの限界でもある。

従って商品イメージ（感性）を客観的、定性的そして定量的に測定、評価できる技術（感性工学）の構築は急務である。感性を科学的に扱えることができれば、感性情報の蓄積、再現性が向上し、デザイン分析の能率向上、デザインプロセスの自動化、省力化が期待できる。

われわれはこのような現状を踏まえ、平成2年より感性工学を応用した感性情報評価技術に基づく商品設計システムの開発に取り組んでいる。

この研究の最終目的は、人間の感性と物の持つ物理的特性との相関関係を把握することにより感性を評価する手法を導き出すことである。その成果により感性の自動計測を可能となり、コンピュータを利用した全自動の商品イメージ評価診断システムが構築できる。

現在、われわれはこのシステムを完成を目指し、以下に示す要素技術の開発に取り組んでいる。

1) アイマークカメラを利用して商品の感性イメージを決定する物理的特徴（形状）を抽出する技術

2) 抽出した特徴をCGを応用して数値化し、コンピュータデータとして利用可能にする技術

3) 感性情報を診断するソフトウェアの開発

本報告では、要素技術3)を実現する技術として“感性のわかるデータベース”ソフトウェアにニューラルネットワークの一実現法であるファジイ学習ベクトル量子化法(Fuzzy Learning Vector Quantization)の応用を検討した結果について報告する。

2. 感性評価支援システム

2-1. システムの概要

感性工学は大きく分けて「前向性感性工学」、「逆向性感性工学」に分類できる²⁾。

前向性感性工学は消費者の感性を分析し、それに百パーセント近い形で設計スペックを考えて実現するための感性の翻訳プロセスである。(図1 a) それに対し、逆向性感性工学はデザイナーの感性コンセプトやそれに基づき製作した製品を、消費者の感性にどれだけ近づいているとか、感性データベースに照合したときに、どれほど一般的感性に近いかを判断する感性の診断プロセスである。(図1 b)

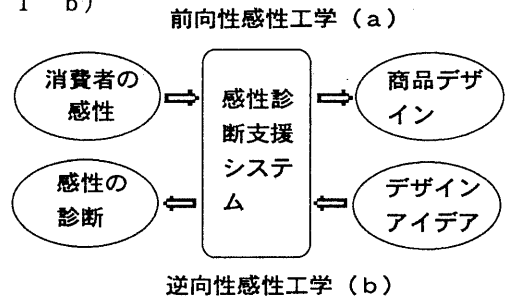


図1 感性工学プロセス

本報の評価支援システムは逆向性感性工学手法に属し、診断したい商品が感性マップ上のどのイメージ言語に属するかを判断することにより商品イメージの診断をするシステムとして開発した。

システムのフロー図を図2に示す。

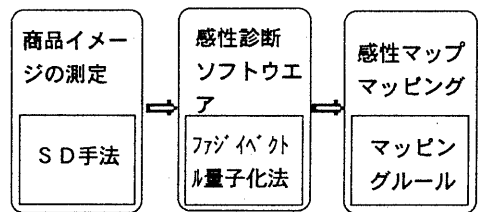


図2 システムのフロー

商品イメージの測定とその数値化を行うためデータのサンプリング手法として合議性による定量化手法であるSD手法（意味微分法：Sematic differential）³⁾を用いた。以下において本システムの要素技術である感性マップ、SD手法、ファジイ学習ベクトル量子化法について説明する。

2-2. 感性マップ

感性マップは商品イメージを表現するための直交するふたつの要素軸からなる平面（図3参照）で、マップ上は15のイメージ言語エリアに分類されている。サンプルの商品はイメージに合致する言語エリアに配置（マッピング）し、商品イメージを表現する。

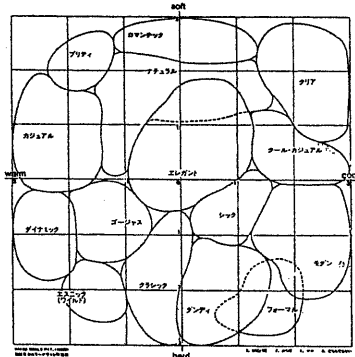


図3 感性マップ(例)

2-3. SD手法

診断したい商品を被験者に提示し、計20の対語への7段階の回答形式により測定する。計測の基となる対語は言語データベースより感情的因子、力動的因子、価値的因子、尺度的因子の中より選択する。図4は本研究でわれわれが測定に用いた調査シートの例である。

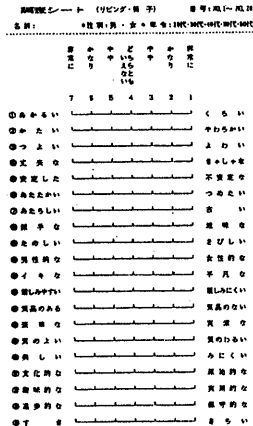


図4 調査シート

2-4. ファジイ学習ベクトル量子化

感性のようなあいまい情報を従来のノイマン型逐次処理で扱うことは適当でなく、人の思考の産物である感性情報は人の思考パターンを模した新しいデータ処理方法を採用する

べきであると考えられる。それはあいまい情報を扱うのに最適であるファジイ理論であり、人の脳組織の模倣であるニューラルネットワークであり、非線形系を扱うカオス、フラクタル理論であろう。

われわれ本システムに採用したニューラルネットワークの一実現法であるファジイ学習ベクトル量子化 (Fuzzy Learning Vector Quantization 以下FLVQ) ⁴⁾は森泉ら⁵⁾においてセンサの信号処理の手法として開発した。FLVQの詳細な説明は他報⁶⁾にゆずるとして、ここではその手法について簡単に述べる。

FLVQでは測定対象物をProcessing Element (以下PE) と定義し、その集合をいくつかのカテゴリーに分類する。(図5参照)

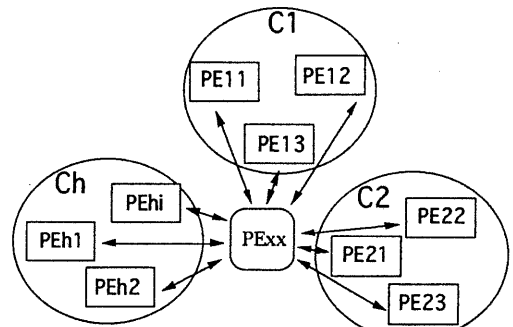


図5 FLVQ

認識作業は属するカテゴリーが未知である入力PEに対し、カテゴリーが既知であるいくつかのPE間との相関関係を評価する。そして、いちばん強い相関を示すPEが属するカテゴリーを入力PEのカテゴリーを決定する。

各PEはn個のファジー数で構成したn次元のベクトルにより表現されている。

認識作業はカテゴリー分類が未知の入力PExxに対して、参照ベクトルPEijとの類似度を比較することにより行う。類似度が最大値を示したPEijの属するカテゴリーをPExxのカテゴリーと決定する。今回の実験ではカテゴリーをイメージ言語、PEを椅子の写真試料、n次元のファジー数をSD手法のイメージ言語とした。

3. 実験

3-1 SD手法によるデータ収集

計測用テストピースとして椅子の写真試料(20種類:図6参照)を被験者に見せ、感じたイメージをさきに図5で示した20の対語からなる調査シートに記入してもらった。椅子の写真試料の内12種類は属する感性マップ上のイメージ言語が既知であり感性診断の標準サンプルとして用いた。試料とイメージ言語の対応及び感性マップ上の座標数値を表1に示した。そして残り8種類を診断用サンプルとした。被験者は20代から50代の女性65名(内訳:20代34名、30代13名、40代10名、50代8名)とした。

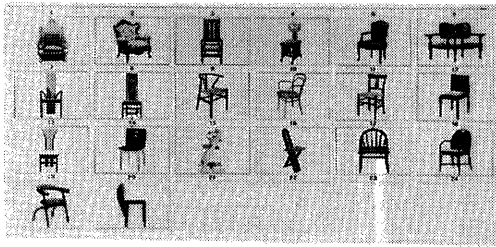


図6 椅子の写真試料

表1 標準試料の感性マップ上の座標

イメージ言語	イZNO.	座標(X,Y)	イメージ言語	イZNO.	座標(X,Y)
アツィ	19	(-1.7, 2.5)	ダ付マカ	6	(-2.5, -1.5)
ワツィヤク	18	(0.3, 2.5)	ゴツギ	1	(-1.5, -0.5)
チツキ	9	(-1.0, 1.2)	サツン	20	(2.2, -1.7)
カツツツ	14	(-2.2, 1.0)	クツツク	3	(-0.8, -2.1)
エツツツ	13	(0.0, 0.3)	ダツディ	17	(0.8, -1.7)
クツツ	16	(2.3, 1.4)			
ツツ	8	(0.8, -0.1)			

3-2. 測定データ処理

3-2-1. クラスタ分析によるSD語の絞り込み

SD手法により得られた20の対語からなる感性のイメージ言語データはその全てをFLVQのベクトル次元として利用すると計算が非常に煩雑になる。そこで、イメージ言語のクラスタ分析をおこない、イメージ言語の選別をおこなった。

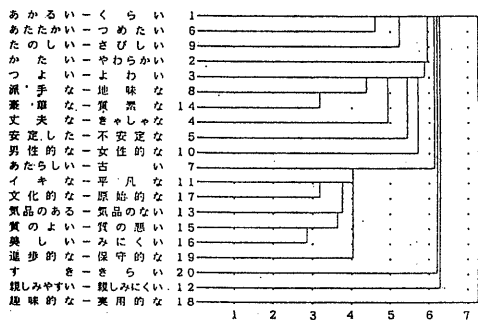
20代の女性から無作為に1人を抽出し、

椅子試料の写真20枚についての20項目の質問結果を、最短距離法によるクラスタ分析にかけた。

その結果、「質のよい-質の悪い」と「美しい-みにくい」、「イキな-平凡な」と「文化的-原始的」、「派手な-地味な」と「豪華な-質素な」の間には強い相関が認められた。

質問項目のうち「粋な・・・」から「美しい・・・」までは1つのグループ(クラスタ)としてくることができると示しているため、極端に言えばこのグループを代表する設問1つで、先の5つの質問項目に換えることができる。また、この設問でイメージマップ上に展開される5つの質問項目が領有するエリアの類似のイメージを決めることができる。

以上の結果をもとに、以下の9つの対語を抽出した。



ベクトル	対語
V1	あかるい-くらしい
V2	あたかいかい-つめたたい
V3	たのしい-さびしい
V4	豪華な-質素な
V5	男性的な-女性的な
V6	文化的な-原始的な
V7	進歩的な-保守的な
V8	親しみやすい-親しみにくい
V9	趣味的な-実用的な

図7 クラスタ分析によるSD語の抽出結果

3-2-2. 被験者の選択

調査シートのデータを感性診断のデータベースとして用いる場合、その信頼性が問題となる。一般に感性は年代によって差異があるので様々な年代の被験者のデータを一括して処理することには問題がある。そこでわれわれは実験に使用するデータを年代別（20代、30代、40代、50代）のいずれかに限定することとし、その選択材料として、各年代8名を無作為に抽出し、測定データの精度を分散のばらつきを評価した。結果を図8に示す。

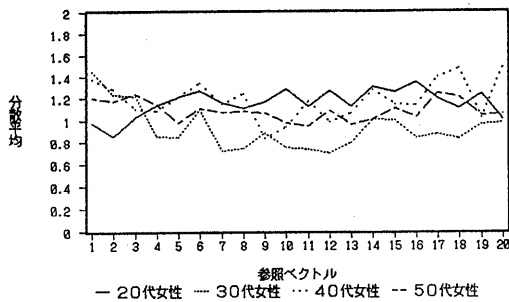


図8 測定データの分散平均

グラフの横軸は椅子の写真試料NO.、縦軸はSD法で測定したイメージ言語データ値（範囲-3~3）の分散の被験者間のばらつき平均を表し、その数値が少ないほど被験者個体間のデータ誤差がないことを表している。グラフは30代女性の結果が試料NO.4以降で他の年代より低い値を示している。この結果を踏まえ、今回の実験では30代女性の測定結果を採用した。

3-2-3. マッピングルール

ファジィ学習ベクトル量子化法を応用した感性診断ソフトにより得られた診断用サンプルの標準サンプルに対する類似度を、以下のマッピングルールに従ってデータ処理し、感性マップ上の位置を決定した。

ルール1) 診断用試料は得られた類似度のうち最大値を示した標準サンプルの属するカテゴリー（イメージ言語）に属する。

ルール2) 得られた類似度が複数個（3個以上）の場合、値の大きいものから上位3個まで選択する。類似度の最大値を示す標準サンプルの座標をA点、その他の2点をB点、C

点とする。

以上の3点が構成する三角形ABC（内角 $\theta A, \theta B, \theta C$ 及び対辺の長さ a, b, c ：図10参照）において点Aの内角 θA を三角法の第2余弦法則より求める。

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \theta A$$

$$\theta A = \cos^{-1} \{ (b^2 + c^2 - a^2) / 2bc \}$$

但し、点A、点B、点Cの座標をそれぞれ (AX, AY) 、 (BX, BY) 、 (CX, CY) とすると、対辺の長さ a, b, c は以下のように書ける。

$$a = \sqrt{(BX - CX)^2 + (BY - CY)^2}$$

$$b = \sqrt{(AX - CX)^2 + (AY - CY)^2}$$

$$c = \sqrt{(AX - BX)^2 + (AY - BY)^2}$$

点Bの類似度をLB、点Cの類似度をLCとして、点Aを起点として θA を LB/LC に分割する角度をもつベクトルの方向に測定試料を配置する。

次に、そのベクトルとイメージ言語の境界を表す曲線の交点を求め、交点を0、点Aを1として測定試料の類似度を試料の位置に定める。

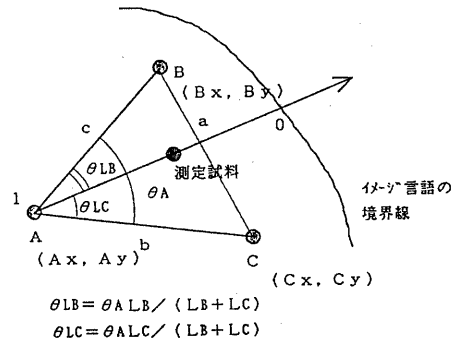


図10 マッピングルール

4. 実験結果および考察

実験は診断用椅子サンプルの標準試料に対する類似度を求めた。結果を表3に示す。

表2 診断用椅子サンプルの評価結果

試料NO	7件数	オブジェクトNO	類似度	属するイメージ言語	試料NO	7件数	オブジェクトNO	類似度	属するイメージ言語
2	0.9	0	0		11	0.9	9 17	0.24 0.21	
4	0.9	6 9 19	0.13 0.19 0.19		12	0.9	17 18	0.31 0.24	
5	0.9	8 18	0.22 0.13		15	0.9	8 17	0.33 0.33	
7	0.9	13 16 19	0.23 0.20 0.22						
10	0.9	8 9 18	0.11 0.22 0.11						

試料NO. 2は標準サンプルとも類似度が得られなかった。これは図9の測定データの分散平均にみられるように、NO. 2における30代女性のデータの分散が大きく、データの精度が得られなかったためではないかと考える。また、NO. 4はその特異な形状により、被験者の判断が別れたため、イメージが絞り込めなかった。

以上の結果から、試料NO. 2、4を除外した6個の試料を先に述べたマッピングルールに従って感性マップ上に配置した。結果を図11に示す。

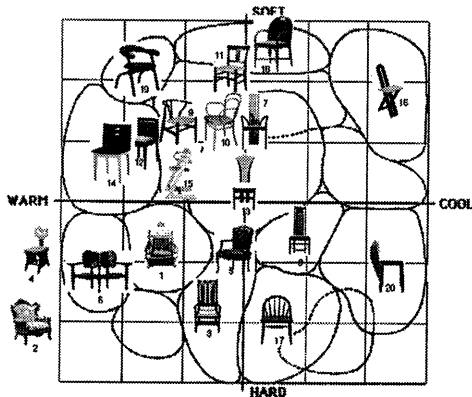


図11 診断用試料の感性マップ

作成したイメージマップを総評すると、比較的オーソドックスな椅子のイメージを有しているNO. 10、11、12が座標の左上に配置されていること、NO. 5がクラシックのイメージ言語に属していることから先に除外した2つの試料を除き、妥当な診断結果が得られていると判断できる。

5. まとめ

”感性のわかるデータベース”ソフトウェアにニューラルネットワークの一実現法であるファジイ学習ベクトル量子化法を応用した商品イメージ診断システムを作成し、診断試料として椅子を選び、システムの評価を行った。その結果、幾つかの改良点が確認されたが、基本的診断機能は確立できたと考えられる。

今後はこの実験結果をさらに詳しく検討し、今回の実験では検討しなかった学習機能の評価も含め、診断の精度をあげることを目指す。

本報をまとめるにあたり、試料提供はじめ貴重な助言をいただいた(財)鳥取県工業技術振興協会の産学官研究開発プロジェクト「コンピュータグラフィックスによるデザイン評価システムの開発」メンバーの方々に心より感謝します。

参考文献

- 1) 田上重雄：“感性要因の計測及び評価技術に関する研究”，計測自動制御学会ヒューマン・インタフェース部会,vol.9,NO.1,69(1994)
- 2) 長町三生：“感性工学とその手法”，第3回システム最適化に関するシンポジウム講演論文集,287,(1993)
- 3) 日科技連官能検査委員会：多変量解析法(1989)
- 4) 櫻庭祐一他：“ファジー理論を用いた学習ベクトル量子化法”，信学論文誌D-II,11,1863(1990)
- 5) 櫻庭祐一他：“ファジー理論を用いた学習ベクトル量子化法の提案”，信学技報,NC89-71(1987)