

감성공학적 디자인 요소변환 지원 시스템의 설계에 관한 연구

A Study on the Human Sensibility Ergonomic

Design Supporting System

한성배* · 양선모** · 정기원** · 김형범** · 박정호** · 이순요**

ABSTRACT

본 논문은 제품을 설계하는데 있어서 고객의 감성을 구체적인 디자인 요소로 변환하는 감성공학적 디자인 요소변환 지원 시스템을 설계하는데 목적이 있다. 감성공학적 디자인 요소변환 지원 시스템은 감성 데이터 처리 서브시스템, 디자인 요소변환 서브시스템, 형상 데이터 처리 서브시스템 등 크게 세 가지의 서브시스템으로 구성된다. 감성 데이터 처리 서브시스템은 고객의 제품에 대한 정성적 감성을 분석하여 디자인 요소와 상관성을 나타내기 위한 시스템으로서, 제품을 표현하는 감성어휘를 추출하고 이를 분석하여 디자인 요소로 변환할 수 있게 해주는 데이터베이스를 구축하는 것이다. 디자인 요소변환 서브시스템은 고객이 원하는 제품의 이미지를 구체적인 디자인 요소와 연결하는 추론 시스템으로서 감성 데이터베이스에 저장되어 있는 어휘 중에서 고객이 선택한 감성어휘에 대해 퍼지 추론을 이용하여 디자인 요소와의 연결관계를 형성하게 된다. 형상 데이터 처리 서브시스템은 제품의 아이템/카테고리에 대한 형상을 데이터베이스로 가지고 있으며, 디자인 요소변환 서브시스템에 의해 선정된 제품정보와 형상 데이터베이스를 연결하여 고객이 원하는 제품이 구체적으로 어떠한 형상을 가지게 되는가를 보여주게 된다.

1. 서론

생산형태의 변화와 함께 제품의 디자인 개념도 변해가고 있다. 즉, 만들면 팔리는 시대, 기능이나 성능만을 중시하는 시대는 사라지고 오늘날에는 고객의 감성에 맞는 제품만이 살아남을 수 있는 시대로 변해오고 있는 것이다[1]. 따라서, 감성을 존중하는 시대의 제품개발의 특징은 고객이 가지고 있는 제품에 대한 이미지를 잘 반영하여 고객의 감성에 맞는 제품을 개발하는 것이다[2].

이러한 제품의 개발에 있어서 주요한 문제는 고객의 감성을 어떻게 적절한 언어로 나타내며 또한, 언어로 표현된 제품의 이미지를 어떻게 구체적인 형상 이미지로 나타낼 것인가 하는 점이다[3]. 이것은 인간의 감성은 모호하여 정량적이고 객관적인 측정이 어렵기 때문에 형용사 등의 언어를 이용하여 추상적인 고객의 이미지를 파악하고, 이를 구체적인 물리적인 디자인 요소로 변환할 수 있는 감성공학적 디자인 요소변환 지원 시스템이 필요하다[4].

* 시스템공학연구소 ** 고려대학교 산업공학과

감성공학수법을 활용해 시스템을 개발함에 있어서, 시스템의 지원기능이 고객측을 주요대상으로 하는 경우와 개발자측을 대상으로 하는 경우로 구분할 수 있다[5]. 고객측을 주.대상으로 하는 시스템은 고객의 요구를 구체적인 디자인 형상으로 구현하여 이를 고객과 디자이너 간의 의사소통 매체로서 활용하며, 또한 고객이 선택가능한 대안을 검색하여 사전에 제품성능을 가상으로 점검을 할 수 있는 기능도 지원한다. 그리고, 개발자측을 주.대상으로 하는 시스템은 작성된 디자인에 대해서 제품개념과의 적합성을 검토하는 기능이 있으며, 또한 데이터베이스화되어 있는 기 확보된 지식을 검색하여 제품개발에 필요한 정보도 제공한다.

이러한 관점에서 본 논문은 상기의 지원기능 중에서 고객의 감성을 구체적인 디자인 형상으로 구현하고 이를 통해 고객과 디자이너 간에 의사소통을 원활하게 하는 기능을 갖는 지원시스템을 대상으로 한다.

2. 기존연구분석

제품개발을 위한 전통적인 디자인프로세스의 전개과정은 제품의 기획단계인 개념의 수립, 제품에 대한 개요적인 설계단계인 개념의 형상화구축, 개념의 구체화에 의한 제품사양의 결정, 프로토타입형의 시작품개발을 통한 제품개념의 구현성 평가 및 세부기능의 확인 등을 거쳐 제품생산에 이르게 된다[6, 7].

한편, 감성공학수법을 이용한 디자인 지원시스템은 과거에는 주로 기능전개방식의 접근방법을 활용하였다. 기능전개형 감성공학수법은 먼저 목표고객을 선정하고 그에 맞는 제품개념을 결정하여 이를 세부적으로 분해하여 감성을 축차적으로 전개한다. 이렇게 전개된 감성을 다시 감각기능으로 전환하고 이를 다시 제품 구현기술로 전환한다. 이와 같은 순차적인 절차에 의해 감성을 최종적으로 설계 상의 물리적인 특성으로 전환하는 것이다.

나가마찌(長町三生), 나카다(中田國昭) 등은

감성공학수법을 주택디자인 분야, 의류디자인 분야 등에 다양하게 적용하였으며[8, 9], 이노구찌(井口征士)는 감성과 정보기술과의 관계에 대해 연구하였으며[10], 마나베(眞鍋湖二), 하기바라(萩原祐志), 아사이(淺居喜代治) 등은 퍼지 이론을 감성공학 및 디자인분야에 활용한 연구를 수행하였다[11, 12, 13].

3. 감성공학적 디자인 요소변환 지원 시스템의 설계

3.1. 디자인 요소변환 지원 시스템의 개념

디자이너는 엔지니어와 영업사원들로부터 각종 기술적 또는 경제적인 정보를 획득하여 그것을 토대로 제품에 대한 디자인을 구체화한다. 구체화된 제품의 디자인은 엔지니어링부문의 설계과정과 제조과정을 거쳐 제품화되는데, 이러한 디자인 과정에서는 제품화단계 이후에야 비로서 고객의 요구가 재반영되게 된다[14].

그러나, 감성공학적 디자인 요소변환 지원 시스템은 디자인 단계에서 고객의 정성적인 요구감성을 제품의 이미지로 변환시켜 줄 수 있기 때문에 디자이너와 고객 간에 의사소통을 가능하게 해 주는 도구로서 활용될 수 있다. 이와 같은 감성공학적 디자인 요소변환 지원 시스템은 그림 1과 같은 시스템 개념을 구체화하는 것이다.

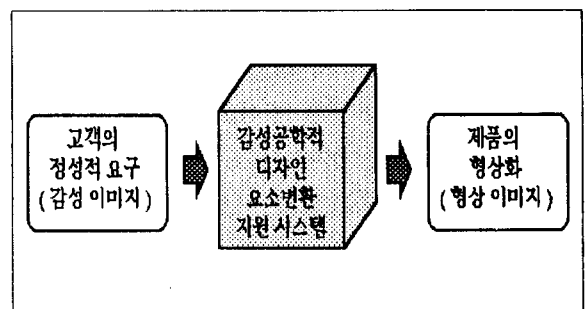


그림 1. 디자인 요소변환 지원 시스템 개념도

3.2. 디자인 요소변환 지원시스템의 설계

감성공학적 디자인 요소변환 지원 시스템은 그림 2와 같이 감성 데이터 처리 서브시스템, 디자인 요소변환 서브시스템, 형상 데이터 처리 서브시스템 등 세개의 서브시스템으로 구분된다.

(1) 감성 데이터 처리 서브시스템의 설계

감성 데이터 처리 서브시스템은 감성어휘로 표현된 정성적인 제품의 이미지와 제품의 아이템/카테고리 간의 상관성을 정량적인 데이터로 변환하여 데이터베이스화하는 것이다. 감성 데이터 처리 서브시스템의 입력정보는 감성어휘와 제품의 아이템/카테고리이며, 출력은 감성 데이터베이스이고 감성 데이터베이스 구축을 위해서 다변량해석기법을 활용하였다.

감성 데이터 처리 서브시스템은 대상제품의 이미지를 표현할 수 있는 적절한 감성어휘를 선정하는 과정과 대상제품의 속성인 아이템/카테고리를 추출하는 과정, 감성어휘와 제품의 샘플을 가지고 평가실험을 실시하여 수집된 실험치를 다변량해석 처리하는 과정, 그리고 그 결과를 토대로 감성 데이터베이스를 구축하는 과정으로 구분할 수 있다.

본 서브시스템의 목표는 출력인 감성 데이터베이스를 구축하는 것이다. 본 서브시스템의 상세흐름은 그림 2에서와 같이 대상제품의 선정, 1차 감성어휘의 추출, SD(Semantic Differential) 척도 구성, 평가대상 준비, 1차 평가실험, 감성어휘 요인분석, 2차 감성어휘 추출, 아이템/카테고리 선정, 2차 평가실험, 다변량해석 처리, 감성 데이터베이스의 구축 등의 절차로 이루어진다.

먼저, 대상제품의 선정은 특정 분야에 한정하며, 제품 디자인관점에서 동일한 종류의 것을 대상제품으로 선정하여야 신뢰도가 높은 데이터베이스를 구축할 수 있다. 1차 감성어휘의 추출은 대상제품의 점포나 카달로그 및 팸플렛 등의 잡지, 국어대사전, 디자이너 등으로부터 형용사를 중심으로 어휘를 수집한다. 수집된 어휘를 대상으로 SD 척도를 구성하고 한편으로는 평가대상을 준비하여 1차 평가실험을 실시한다. 1차 평가실험은 2차 평가실험에 필요한 감성어휘를 선정하는 것이 목적이다. 따라서, 감성어휘는 가급적 많은 것이 좋으며, 평가대상은 실물, 슬라이드 등을 활용한다.

상기절차에 의해 평가된 실험결과를 토대로 감성어휘에 대한 요인분석을 실시하여 대상제품에 관련된 의미공간을 파악한다. 요인분석결과가 적은

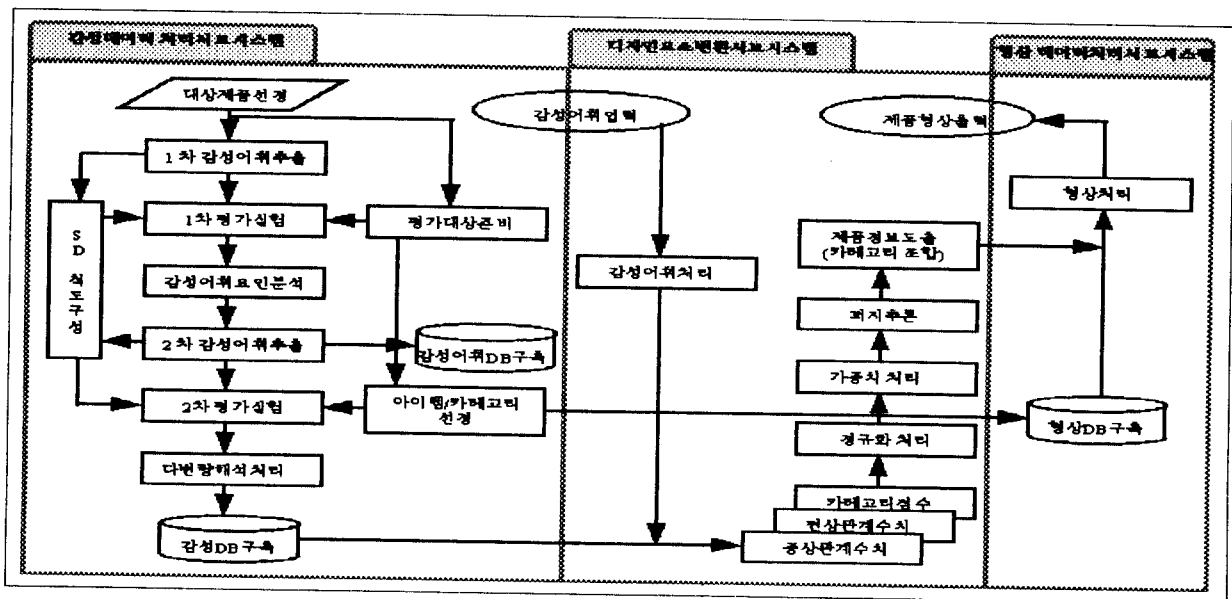


그림 2. 디자인 요소변환 지원 시스템의 흐름도

수의 요인에서 높은 누적기여율이 얻어질수록 식별이 잘 된 평가실험이 되는 것이다. 요인분석의 결과로부터 약 50~100개 수준의 2차 감성어휘를 선정하게 되는데 선정된 어휘에 대해서는 중요한 어휘가 누락되었는가를 디자이너로부터 확인받는 것이 필요하다.

어휘가 선정되면 2차 평가실험을 위해 평가대상을 준비하여야 하는데 이때는 현존하는 모든 종류의 타입이 포함되도록 하며 현존하지 않는 대상에 대해서는 디자인 그림을 활용할 수도 있다. 한편, 평가대상으로 선정된 샘플의 속성은 각 카테고리 사이에서 종속관계가 발생되지 않아야 하며, 각 카테고리에 최저 두개 이상의 샘플이 존재해야 하고, 샘플의 총수는 더미 변수수, 정수항수 및 오차의 자유도를 합한 수보다 많은 수를 준비하여야 한다[15].

다음은 대상제품에 대한 아이템과 카테고리를 선정하여야 하는데 여기서 분류된 아이템/카테고리에 따라 제품 개개의 속성이 정의된다. 아이템의 의미는 디자인 상의 어떤 특정의 유닛을 지칭하며, 카테고리는 아이템 내의 작은 분류를 지칭하는 것이다. 따라서, 아이템/카테고리가 선정되면 상기의 과정에서 선정된 샘플에 대해 아이템/카테고리 표를 작성하여 샘플의 속성들을 비교하여 샘플선정 기준에 부합되는가를 점검해야 한다.

이상과 같은 준비가 완료되면 2차 평가실험을

실시한다. 2차 평가실험의 방법은 1차와 유사하나 의미는 크게 차이가 있다. 1차의 경우는 대상제품 전반에 대한 감성어휘의 평가였으나, 2차에서는 선정된 샘플 즉, 특정한 아이템/카테고리의 속성을 갖는 제품에 대한 감성어휘의 평가이다. 따라서, 1차 평가실험 후 실시하는 요인분석의 입력 데이터는 모든 피실험자의 감성어휘별 SD 평가 결과치였으나, 2차 평가실험 후 실시하는 다변량해석 기법인 수량화이론 I류에서는 감성어휘별 샘플에 대한 SD 평가 결과치의 평균값이 입력 데이터가 된다 [16].

감성 데이터베이스의 구체적인 데이터값을 추출해 내는 수량화이론 I류는 설명변수가 분류형태이고 외적기준 즉, 목적변수가 정량적일 경우에 유용한 다변량해석 기법으로서 질적 데이터를 양적 데이터로 변환해 주는 것이다[17, 18, 19]. 그림 3은 2차 평가실험으로 얻어진 피실험자의 샘플별 감성어휘의 SD 평가 결과치를 수량화이론 I류의 입력자료화 하기 위해 변형한 것이다. 그림 3에서와 같이 2차 평가실험은 Q명의 피실험자를 대상으로하여 S개의 샘플에 대해 L개의 어휘를 SD 척도로 평가하는 것이다. 이렇게 조사된 평가결과를 어휘별로 구분하여 각 샘플별로 SD 평가결과치($SDS(q, s, l)$)의 평균치($SDSA(s, l)$)를 산출한다. 이때 분류형태의 특성을 갖고있는 설명변수인 아이템($I(m)$, $m=1, 2, \dots, M$)에 대한 카테고리($C(m, n(m))$),

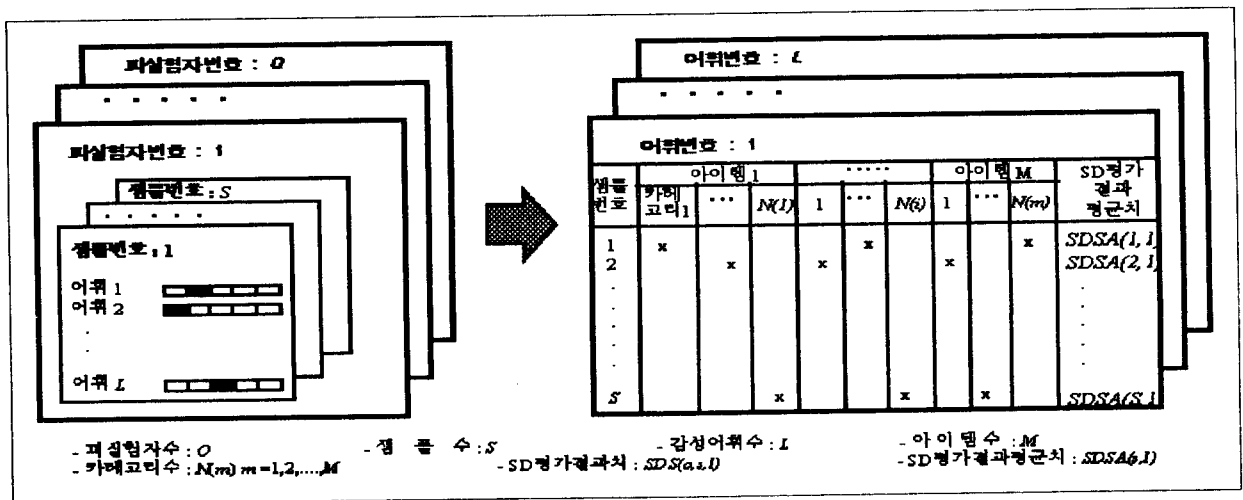


그림 3. SD평가 및 수량화이론 I류 입력형태

$m=1, 2, \dots, M$, $n(m)$:아이템 m 의 카테고리수의 속성을 샘플과 함께 표현한다.

한편, 수량화이론 I류의 출력데이터 중 감성 데이터베이스를 구축하는데 필요한 정보로는 감성 어휘와 제품 간의 상관도 수준을 나타내는 증상관계수치, 어휘와 특정 아이템 간의 상관도 수준을 나타내는 편상관계수치 그리고 특정 카테고리에 대해 어휘의 기여도 수준을 나타내는 카테고리 점수 및 아이템 내 카테고리 점수의 범주 등이다.

- 증상관계수치 : $CCM(l)$
- 편상관계수치 : $CCP(l, m)$
- 카테고리 점수 : $CS(l, m, n)$
- 카테고리 점수의 범주 : $R(l, m)$

단, $l=1, 2, \dots, L$, $m=1, 2, \dots, M$,
 $n=1, 2, \dots, N(m)$

감성 데이터베이스 내의 감성어휘 레코드는 증상관계치, 아이템별 편상관계수치 및 카테고리 범주, 카테고리 점수 등의 필드로 구성된다. 여기서, 데이터베이스를 구축하기 위해 ORACLE 데이터베이스 관리 시스템을 활용하였다[20]. 그런데 수량화이론 소프트웨어와 ORACLE 데이터베이스 관리 시스템과의 인터페이스 상의 문제로 수량화이론의 출력 데이터를 오프라인 형식으로 데이터베이스 관리 시스템에 입력하였다.

(2) 디자인 요소변환 서브시스템의 설계

디자인 요소변환 서브시스템은 특정 고객이 요구하는 감성어휘에 대해 적절한 제품을 선정하는 기능을 수행한다. 디자인 요소변환 서브시스템의 입력은 특정 고객이 요구하는 감성어휘와 감성 데이터 처리 서브시스템의 출력인 감성 데이터베이스이며, 출력은 추론에 의해 선정된 제품정보 즉, 제품의 각 아이템별로 하나씩 선정된 카테고리들에 대한 정보를 조합의 형태로 제공한다. 그리고 제품을 선정하기 위한 추론은 퍼지 이론을 활용하였다.

디자인 요소변환 서브시스템은 감성어휘의 입력, 감성어휘의 처리, 감성 데이터베이스의 검색, 관련 데이터값의 처리, 퍼지 추론의 과정을 거쳐

선정된 제품의 아이템/카테고리 정보를 형상 데이터 처리 서브시스템에 전송해 주게 된다.

따라서, 디자인 요소변환 서브시스템은 특정 고객으로 부터 $K(1 \leq K \leq L)$ 개의 감성어휘를 입력받는 것을 기점으로 작동된다. 이때, 감성어휘의 입력은 고객이 어휘를 직접 입력하는 경우와 메뉴 형식으로 제시된 어휘를 선택하는 경우로 구분되는데, 여기서는 감성 데이터베이스를 구축하는 과정에서 제품과 관련도가 높은 어휘들이 이미 선정되어 있으므로 후자의 방식을 택하는 것이 효율적이다. 특히, 메뉴 형식으로 어휘를 입력하는 경우, 메뉴에 나열된 어휘들의 순서를 유사한 이미지를 갖는 어휘들이 편중되지 않도록 고려하여야 한다. 그리고, 고객이 선택할 어휘의 수는 최종적으로 선정된 감성어휘의 수에 따라 다소 유동적일 수 있으나 상대적으로 적을 경우에는 이미지를 충분히 반영할 수 없게 되어 추론의 효과가 떨어지며, 많을 경우는 유사한 이미지가 중복되거나 상반된 이미지가 함께 포함될 수 있어 적절하지 못하게 된다.

다음은 입력된 어휘에 대해 어휘 간의 중복성과 입력 상의 에러를 검증하는 감성어휘 처리과정을 거쳐 입력어휘를 확정하며, 선택된 K 개의 어휘에 대해서는 우선순서를 고려하여 어휘별로 상대적인 가중치($W(k)$, $\sum W(k)=1$)를 부여한다.

입력이 완료된 K 개의 어휘에 대해 감성 데이터베이스를 검색하여 해당 어휘의 증상관계수치, 편상관계수치, 카테고리 점수 및 범주 등의 데이터값을 추출한다. 이 과정은 그림 3의 우측의 표 중에서 입력된 K 개의 어휘에 해당하는 표를 선택하는 것과 같다. 추출된 상기값 중 편상관계수치와 카테고리 점수 및 카테고리 범주를 이용하여 데이터값을 정규화하고, 아이템에 부여된 가중치와 증상관계수치를 이용하여 데이터값에 중요도를 부여한다. 이상의 데이터값을 이용하여 퍼지 추론을 실시하는데 그 과정은 데이터값의 퍼지화, MinMax 합성규칙의 적용, 추출된 아이템/카테고리의 소속정도에 상응하는 퍼지 영역소속에서의 퍼지표면 탐색, 각 아이템별 소속정도가 큰 카테고리의 선정 등으로 이루

어 진다.

본 서브시스템에서 추론해야 할 제품의 총 수는 모든 아이템/카테고리의 조합으로 나타나며, 이는 아이템별 카테고리 수의 곱인 $\prod(m)$ ($m=1, 2, \dots, M$)이 된다. 따라서, 선택가능한 모든 제품($P(i)$)은 다음과 같이 표현된다.

$$P(i) = (C(1, i1), C(2, i2), \dots, C(M, iM),)$$

$$\text{단, } i=1, 2, \dots, \prod(m)$$

결국, 본 서브시스템에서는 이들 제품 중에서 입력된 K개의 어휘에 가장 알맞는 제품($P(1')$)과 함께 차선의 제품($P(2'), \dots, P(J')$)에 대한 J개의 제품정보를 우선순위에 의해 도출해 주는 것이다. 이렇게 선정된 제품정보는 형상 데이터 처리 서브시스템에 전송되어 각 카테고리별 형상정보를 저장하고 있는 형상 데이터베이스에서 해당되는 제품의 카테고리 형상정보를 검색하는데 입력정보로 활용된다.

(3) 형상 데이터 처리 서브시스템의 설계

형상 데이터 처리 서브시스템은 고객이 원하는 제품의 이미지를 구체적으로 형상화하는 기능을 담당한다. 본 서브시스템의 입력은 디자인 요소변환 지원 시스템의 출력인 제품정보 즉, 카테고리의 조합정보이다. 따라서, 이러한 제품정보를 처리하기 위해서는 모든 카테고리에 대한 형상을 그래픽 소프트웨어를 이용하여 형상 데이터베이스에 저장하고 있어야 한다. 그리고, 본 시스템의 출력은 감성 공학적 디자인 요소변환 지원 시스템의 출력인 고객이 요구한 감성에 대한 제품의 구체적인 형상이다.

본 서브시스템은 형상 데이터베이스의 구축과 형상을 처리해 주는 과정으로 구분되는데, 먼저, 형상 데이터베이스는 감성 데이터 처리 서브시스템의 감성 데이터베이스를 구축하는 과정 중의 아이템/카테고리를 선정하는 단계에서 부터 시작된다. 이 단계에서 추출된 아이템과 카테고리의 정보를 기초로 하여 카테고리의 형상을 그래픽 소프트웨어를 사용하여 형상화해 저장하고 있게 되는 것이다.

그러므로 형상 데이터베이스는 단지 카테고리 각각에 대한 형상만을 가지고 있다.

따라서, 제품의 형상을 출력화면에 디스플레이 하기 위해서는 형상 데이터베이스로부터 필요한 카테고리별 형상을 선택하여 출력화면 상에서 제품으로 조합해서 나타내 주어야 하는데 이 과정이 형상처리 과정이다.

결국, 형상 데이터베이스에는 모든 카테고리 수($\sum n(m)$) 만큼의 형상을 저장하고 있어야 한다. 형상 데이터베이스가 구축된 상황에서 디자인 요소 변환 서브시스템으로부터 아래와 같이 표현되는 J개의 제품정보 $P(1'), P(2'), \dots, P(J')$ 를 입력받으면, 제품 $P(1')$ 의 첫 번째 아이টে에 해당하는 카테고리 $C(1, p11)$, 두 번째 아이টে에 해당하는 카테고리 $C(2, p12), \dots, M$ 번째 아이টে에 해당하는 카테고리 $C(M, p1M)$ 의 각각의 형상을 형상 데이터베이스로부터 선택하여 제품형상으로 조합해서 출력화면에 디스플레이 해 준다. 이와 동일한 방법으로 J개 모든 제품에 대해 디스플레이해 주는 것이다.

$$P(1') = \{C(1, p11), C(2, p12), \dots, C(M, p1M),\}$$

$$P(2') = \{C(1, p21), C(2, p22), \dots, C(M, p2M),\}$$

.....

$$P(J') = \{C(1, pj1), C(2, pj2), \dots, C(M, pjM),\}$$

4. 결론

감성을 디자인 요소로 변환하기 위해 먼저 인간의 감성을 파악하고 이것을 제품 디자인과의 관계를 찾아내어 양자간의 관계를 규명하고 이의 상관관계를 데이터베이스화하여 이를 디자인 단계에서 활용하는 것이 디자인 요소변환 지원 시스템이다. 본 논문은 이러한 시스템을 다변량해석 기법과 퍼지 이론을 활용하여 설계하였다. 본 논문에서 제시한 시스템을 실제 구현 할 경우에는 상호 연관성이 있는 감성 데이터베이스와 형상 데이터베이스들 간의 정보통합이 이루어져야 하며, 이를 구축하는 다변량해석 소프트웨어, 데

이터베이스 관리 시스템, 시스템 개발 툴, 그래픽 소프트웨어 등의 인터페이스도 고려하여야 한다.

특히, 형상 데이터베이스를 구축하는 그래픽 소프트웨어는 상기의 이유 외에 시스템의 결과를 보여주는 역할을 하는 것으로서 소프트웨어의 질과 기능의 유용성이 중요시 된다. 현재, 본 논문에서 설계한 내용에 대해 부분적으로는 개발이 이루어지고 있으나 앞에서 언급한 바와 같이 활용하는 소프트웨어들 간의 데이터호환 상의 문제로 서브시스템 간의 온라인 인터페이스가 이루어 지지 못하고 있는 실정이다. 끝으로, 이 시스템의 이용자가 대체로 컴퓨터 분야의 비전문가임을 감안하여 사용상의 용이성을 위해 그래픽을 이용한 사용자 인터페이스 환경으로 시스템을 개발할 필요가 있다.

참고문헌

- [1] 李舜堯, 長町三生, "感性人間工學", 養英閣, 1995.
- [2] 長町三生, "感性工學のおはなし", 日本規格協會, 1995.
- [3] 長町三生, "感性工學とその手法", 經營システム, Vol.2, No.2, p.97, 1992.
- [4] 한성배, 양선모, 이순요, "감성공학적 디자인 프로세스 개발에 관한 연구", 고려대학교 공학 논문집, Vol.32, pp.113-119, 1996.
- [5] 高原宏, "感性工學に基づいたデザイン支援エキスパートシステムの開發", 廣島大學論文, 1992.
- [6] Reid A. Baldwin, Moon J. Chung, "A Formal Approach to Managing Design Processes", IEEE Computer, 2, p.54, 1995.
- [7] Nam P. Suh, "The Principles of Design", Oxford University Press, 1990.
- [8] Yipu Zhu, Mitsuo Nagamachi, and Yukihro Matsubara, "Constructing Housing Design Expert System using Human Factor and Virtual Reality Technology", Proceeding of the 3rd Pan-Pacific Conference on Occupational Ergonomics, p.262, 1994.
- [9] Mitsuo Nagamachi, "Kansei Engineering: A Ergonomic Consumer-Oriented Technology for product development", International Journal of Industrial Ergonomics, 15, pp.3-11, 1995.
- [10] 井口征士, "感性の情報科學的研究", 制御と計測, Vol.33, No.3, p.198, 1994.
- [11] 眞鍋湖二, 松原行宏, 長町三生, "感性工學におけるファジィエキスパートシステム構築", 8th Fuzzy System Symposium, p.481, 1992.
- [12] 萩原祐志, 森典彦, "ファジィ推論を利用した製品デザイン支援システム", 日本ファジィ學會誌, Vol.4, No.3, p.548, 1992.
- [13] 淺居喜代治, "ファジィと感性", 經營システム, Vol.2, No.2, p.112, 1992.
- [14] K. Krippendorf, R. Butter, "Product Semantics: Exploring the Symbolic Qualities of Form" in Innovation, pp.4-9, 1984.
- [15] 中田國昭, 岩田照久, "建設機械の快適性に関する感性工學的研究(その2)", Komatsu technical Report, Vol.41, No.2, pp.3-19, 1995.
- [16] 本多正久, 島田一明, "多變量 解析" 産業能率大學, 1981.
- [17] 駒澤勉, 橋口悽久, "パソコン數量化分析", 朝倉書店, 1995.
- [18] 林知己夫, 駒澤勉, "數量化とデータ處理", 朝倉書店, 1995.
- [19] 駒澤勉・橋口悽久, "MS-DOS版パソコン數量化分析(ver.4.00)", 朝倉書店, 1995.
- [20] Rick F. van der Lans, "The SQL Guide to ORACLE", ADDISON WESLEY, 1995