

퍼지이론을 적용한 지적 이미지 탐색 시스템*

김돈한

디자인학부 정보디자인전공

<요약>

손목시계나 의상, 인테리어 등의 이른바 유행상품은 사용의 편리성 외에도 인상이나 취향이 제품의 평가나 구매에 영향을 주는 제품군이라고 할 수 있으며 이러한 제품군을 [감성지향제품]이라고 부르고 있다. 한편 정보기기나 수송기기 등과 같은 제품군에 있어서는 기능면의 평가가 보다 중요시 되며 특히 카네비케이션과 같은 발전도상에 있는 제품군에 있어서는 그러한 경향이 강하다. 이러한 제품군을 감성지향 제품과 대비하여 [기능지향제품]으로 부를 수 있다. 이와같은 [감성지향 제품] 디자인에 있어서는 디자이너가 제품을 통해 표현하려는 이미지와 사용자가 제품을 통해 느끼는 감성적 평가와의 사이에 존재하는 갭이 문제가 되고 있는데 이 갭을 해소하는 데에 있어 디자인 과정에서 활용되어진 이미지 화상들과 디자인 평가를 위해 사용되었던 감성적 평가어 사이의 관련도에 관한 정보는 특히 유효하다. 본 연구에서는 이러한 관련도 정보에 근거하여, 이미지 화상 및 이미지어 탐색을 통해 스타일링 디자인을 지원하는 퍼지검색 시스템을 제안한다. 본 시스템에 있어서 관련도 정보는 이미지어와의 유사도를 유의어 계수로 상정한 퍼지 시소러스에 의해 표현된다. 또한 인상어간의 유사도는 이미지 화상 평가를 기초로 산출된다. 이미지 탐색은 검색 중시도를 파라미터로 한 퍼지 시소러스 전개의 알고리즘에 의해 실행되며, 탐색 모드로서 이미지어 상호간, 이미지어에서 이미지화상, 이미지 화상에서 이미지어, 이미지 화상간의 합계 네 종류의 모드가 제공 된다. 또한 이들 모드간의 이행은 직접 조작형 인터페이스에 의해 실행되며 이로 인해 발상과 수렴적 사고가 원활하게 지원된다. 시스템은 감성적 평가의 계측 유니트와 갭의 연산, 가시화 유니트로부터 구성되며, 조작의 일관성을 유지하기 위해 통일적인 인터페이스의 환경 하에서 구축된다.

An Intelligent Image Navigator based on Fuzzy Theory

Don Han, KIM

Dept. of Information Design, University Ulsan

* 이 논문은 1998학년도 울산대학교 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음

<Abstract>

Fashion goods such as watches or clothes are affected not only by their usefulness but also by impression or taste when evaluated and purchased. And those kinds of products are called "kansei-oriented products". On the other hand, in the case of information devices, transportation devices and especially hi-tech products such as car navigation system, the importance of the products functional performance should be prioritized when evaluated. These products are called unction oriented products compared to Kansei-oriented products. Among those Kansei-oriented products a gap between the images that designers try to express through that product and users emotional evaluation becomes an issue. The data on the correlation between image words used for design evaluation and images used in the design process are especially significant. This study based on these correlations suggests a Fuzzy retrieval system supporting styling design with images and image words. In the system, the relational data are demonstrated by Fuzzy thesaurus as correlation coefficient from the degree of similarity among image words. And the degree of similarity is produced based on image evaluation. Image retrieval is conducted by the algorithm of Fuzzy thesaurus development, 1) among image words, 2) images to image words, 3) image words to images and 4) among images: 4 different modes are provided as retrieval modes. Also transfer between modes is carried by direct operating interface, therefore divergent thinking and convergent thinking is supported well. The system consists of operation for the gap and the measurement unit of emotional evaluation, and visualization units. Under unified interface environments are set in order for consistency of the operation.

1. 서 론

의상이나 인테리어 등의 이른바 유행상품은 사용성외에도 인상이나 취향이 제품의 평가나 구매를 결정짓는 제품군이며 [감성지향제품]¹⁾이라고도 불리워지고 있다. 한편 정보기기나 수송기기 등의 제품군에 있어서는 기능면의 평가가 보다 중요시 되며, 특히 카네비게이션과 같이 발전도상에 있는 제품군에 있어서는 그러한 경향이 더욱 강하다. 이러한 제품군을 감성지향 제품과 비교하여 [기능지향 제품]으로 부를 수 있다. 그러나 도입당시에는 기능지향 제품으로 분류되어 있던 제품군 일지라도 기능면에서 성숙하여 제품의 평가가 주로 인상이나 기호에 치중되는 제품군도 있다. 전화, 텔레비전, 오디오 플레이어 등의 가전기기가 그 예라고 볼 수 있다. 현재와 같은 급속한 기술의 보급 속도를 고려한다면 기능지향제품에서 감성지향 제품으로 이행하는 기간은 점점 더 단축될 것으로 예상된다. 이와같은 감성지향 제품의 디자인에 있어서, 디자이너가 제품에 표현하려고 하는 이미지와 사용자가 제품에 대해서 받아들이는 이미지(감성적인 평가)와의 사이에 존재하는 갭이 하나의

1) Hiroko Shoji, Decision-making Support System for Taste-oriented Products, Proceedings of the 2nd symposium on Intelligent Information Media, 267-272, 1997

문제로 대두되고 있다. 예를들어, [화려하면서도 우아한]이라는 컨셉으로 디자인한 제품에 대해서 유저는 [컴팩트하면서도 모던한]이라고 평가하는 경우이다.

디자이너의 입장에서 보면 이러한 감성적인 평가와의 갭을 일치 시키는 것이 무엇보다도 중요한 과제가 된다. 그러나 일반적으로 감성지향 제품은 모델의 변화가 급격하며 개발 기간도 짧은 특성을 지니고 있기 때문에 보다 효율적으로 디자인 프로세스를 수행하기 위해서는 디자이너와 유저와의 감성적 평가의 결과치를 디자인 프로세스의 상류인 스타일링 단계에서부터 적용하여 아이디어 개량을 위한 정보로 피드백 시킬 필요가 있다. 그런데 감성적 평가의 계측에 있어서는 종래부터 생리 심리계측을 중심으로 하는 관능검사나 심리 검사 등이 이용되어 왔으나, 감성계측→데이터 수집→해석→결과의 피드백 등의 일련의 프로세스를 연속적으로 행하는 지원시스템에 대한 연구는 거의 보고 되고 있지 않다.

필자^{2,3)}는 이러한 감성적 평가의 갭을 디자인 프로세스의 보다 상위 단계에서 조기에 계측하여 디자인을 지원하기 위한 디자인 지원시스템에 관한 연구를 추진하여 왔다. 이 시스템에서는 디자이너 자신 및 유저와의 감성적 평가가 인터랙티브한 환경에서 계측되며, 양자와의 감성적 평가와의 갭은 필자 등이 제안하고 있는 인지모델 [이중맵핑모델]에 의거하여 정량화 된다. 그리고 그 결과는 디자인 개량의 지침을 부여하는 유효한 정보로서 디자이너에게 피드백 된다.

그러나, 이 시스템에서는 아이디어 스케치의 개량에 필요한 정보의 피드백은 이루어지나, 계측 결과나 평가 이력을 축적하기 위한 데이터베이스 지원까지는 고려되어 있지 않다. 본래는 데이터베이스를 지원시스템의 내부에 정의 하고 거기에서 정의되는 디자인 요소도 3)의 연구에서 제안한 시스템에서 취득되는 평정 데이터와의 관련성을 부여하여 정의 하는 것이 바람직하다. 이렇게 함으로써 아이디어 스케치를 발전시킬 때(감성적 갭의 해소) 이용할 수 있는 디자인 요소의 선택가능성을 대폭으로 확대할 수 있다.

그런데, 여기에서 디자이너와 유저간의 감성적 평가의 갭을 해소하는 데에 있어서 특히 유효한 피드백 정보로서, 디자인 과정에 사용되었던 이미지 화상과, 디자인에 대해 평가를 부여하는 이미지어 사이의 관련도에 관한 정보가 있다. 본 논문에서는 디자이너가 다양한 방법으로 이와 같은 관련도 정보를 리얼타임으로 탐색하는 것에 의해 디자이너의 아이디어 탐색의 폭을 확장시키기 위한 시스템으로서, 이미지 화상간, 이미지어간, 또한 각각의 상호간에서 이미지 탐색이 가능한 퍼지 이미지 탐색 시스템을 제안한다. 시스템은 인상어간, 이미지 화상간의 관련도를 이미지 화상의 평가에 근거한 유의도 계수로서 상정한 퍼지 결합행렬(퍼지 시소러스)를 이용하여 표현한다. 이미지 탐색은 관련도 결합행렬의 시소러스 전개에 의해 이미지어에서 이미지어, 이미지어에서 이미지 화상, 이미지 화상에서 이미지어, 이미지 화상에서 이미지 화상의 4개의 모드에 의해 지원 된다. 스타일링 단계에 있어 발상, 즉 발산과 수렴적 사고는 이들의 모드를 적절한 순서로 실행하는 것에 의해 지원되며 시스템에서는 이과정을 효율적으로 수행하기 위한 인터페이스가 제공된다. 더 나아가 시스템은 데이터 취득→퍼지 시소러스 생성→탐색 모드 간의 유연한 네비게이션→탐색 이력의 기록 등을 고속으로 실행하게 되며, 이것을 통해 시스템 자체는 상당히 동적인 성격을 지니게 된다. 이러한 기능은 [감성 지향제품]과 같은 상품군의 디자인에 있어 특히

2) Kitajima, M. and Kim, D.:A design support system based on uncertain evaluation process in kansei., In nagamachi(Ed), Kansei engineering I. Kaibundo, 104-112, 1997

3) Kitajima, M. and Kim, D.: A dual mapping model and its application to a design support tool, 13th fuzzy symposium, June 4-6, Japan society for fuzzy and systems, 1997

실용상의 장점을 지니고 있다.

본 논문에서는 이상에서 언급한 사고 과정에 근거하여 스타일링 단계에 있어서 자유로운 발산적 사고와, 어떻게 하면 문제의 본질을 파악하고 거기에 최적의 실현수단을 추출할 것인가에 대한 수렴적 사고의 지원을 행하는 시스템의 구성을 제 1목적으로, 그리고 이것들의 일련의 프로세스를 지원하는 프로세스를 리얼타임으로 행하는 인터페이스의 제안을 제 2목적으로 하고 있다.

다음에서는, 우선 제 2장에서 디자인 프로세스에 있어서 이미지 탐색 시스템의 역할을 규정하며 제 3장에서 디자인 행위의 본질과 이미지 탐색 공간의 특징의 고찰을 통해 본 논문에서 제안하는 이미지 탐색 지원 시스템의 목적을 명확히 한다. 그리고 제 4장에서는 퍼지 관련도 결합행렬에 근거한 이미지 탐색 시스템의 구체적인 구현방법을 설명하며, 제5장에서는 제안한 모델을 이용하여 제작한 이미지 탐색 시스템의 프로토타입의 구현방법과 과정상에서의 문제점에 대해서, 마지막으로 제 6장에서 연구의 결론과 급후의 과제에 대해서 논한다. 그림 1은 이와같은 본 논문의 연구프로세스를 나타낸 것이다.

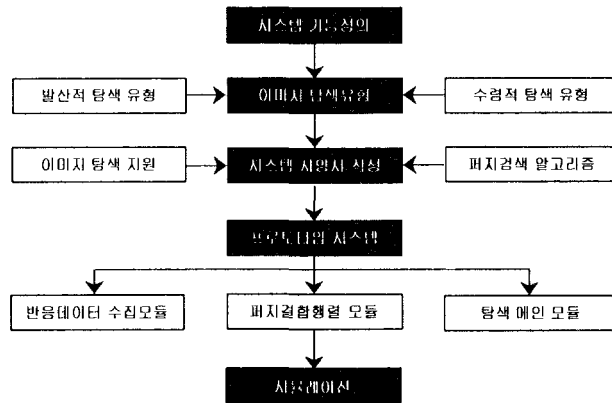


그림 1 연구의 플로우

2. 디자인 프로세스에 있어서 이미지 탐색 시스템의 역할

일반적으로 디자인 프로세스는 업종이나 기업 혹은 제품의 성격에 따라 다양하게 나타나지만, [개념을 실체화하여 가는 과정]이라는 관점으로부터 보면 그림 2와 같은 5단계로 나타낼 수 있다. 처음의 기획단계에서는 타겟이 되는 사용자 층을 상정한 [제품 컨셉]이 입안 된다. 다음의 개념화 단계에서는 입안된 제품컨셉에 의거하여 [디자인 컨셉]이 결정된다. 여기에서는 디자인 컨셉을 보다 구체적인 조형에 가까운 이미지로 변환하기 위하여 몇 개의 이미지어로 표현되는 [조형 컨셉]이 작성된다. 다음의 스타일링 단계에서는 조형 컨셉을 구체적인 디자인 해로 표현하기 위한 아이디어 스케치가 작성되며, 이 단계에서는 외관 디자인이 거의 완성되게 된다. 또한 하류 단계에서는 클레이 모델링의 제작(모델링), 프로토타입의 제작(피니싱)등이 이루어지며 이어지는 모델링 단계에서는 외관 디자인이, 피니싱 단계에서는 기능 디자인이 결정적인 무게를 점하게 된다. 마지막으로 평가 단계에

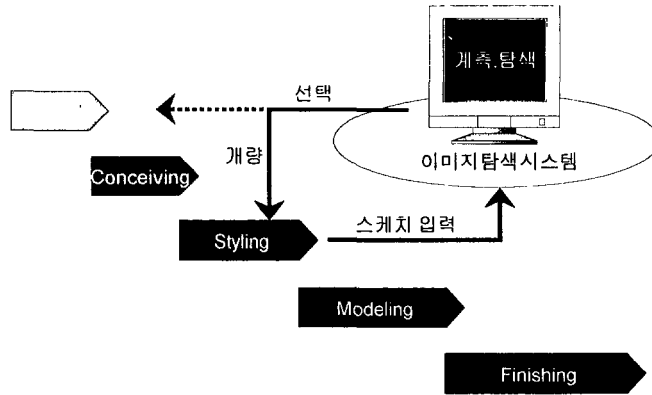


그림 2 이미지 탐색 시스템의 개념도

서 프로토타입에 대한 유저의 평가나 전문가 패널의 평가를 참고로 재 디자인이 이루어진다. 이와같이 디자인 프로세스의 각 단계에서는 각각의 고유한 디자인 액티비티가 행해지게 되며, 그 결과 디자인 지원시스템의 구성자체도 디자인 프로세스의 각 단계마다 다른 모양으로 나타나게 된다.

한편 본 논문에서 대상으로 하고 있는 감성지향 제품의 디자인에 있어서는 디자인 프로세스 중에서도 특히 스타일링 단계의 역할이 크다고 할 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안 하고자 하는 이미지 탐색 시스템은 스타일링 단계에서의 디자인 액티비티의 지원을 중심으로 구축되게 된다. 그럼 여기서 스타일링 단계에서는 어떠한 디자인 액티비티가 이루어 지는 것인가에 대해 알아 보고 시스템이 지원해야할 역할에 대해 고찰해 보기로 한다.

디자인 프로세스 전체를 통하여 이루어지는 디자인 액티비티는 본질적으로 디자인 컨셉을 충족 시키기 위해 디자인 대상의 형상, 색채, 재료 등의 물리적 파라미터를 결정해 가는 행위라고 할 수 있다. 이러한 디자인 액티비티의 본질을 노구치는 [사용자의 감성적 요구, 즉 사용의 편리성, 만족감, 미적 아름다움, 즐거움 등을 충족 시키는 것이며, 그 표현 수단으로서 [실체의 속성의 형식을 결정하는 행위]로 규정하고 있다⁴⁾. 그러나 일반적으로 디자인 컨셉에 부여되는 표현은 다의적이며 부정확한 경우가 대부분이다. 따라서 하나의 디자인 컨셉에서 파생되는 아이디어 스케치를 처음부터 최적 해로 도출 시킨다는 것은 어려우며, 그 결과 디자인 과정속에서 최적 해를 얻기위한 시행착오가 되풀이 되는 것이 일반적이다. 즉 디자인 해를 복수로 도출하고 그것 들에 대한 평가결과를 기초로 하여 재차 다음의 디자인 해를 생성해 가는 과정을 최적 해가 얻어질 때까지 반복하게 된다. 감성지향 제품의 디자인의 경우에는 이상과 같은 반복적 조작을 스타일링 단계에서 행하는 것이 중요한 디자인 액티비티가 된다. 따라서, 그림 2에 나타낸 바와 같이 아이디어 스케치에 관한 평가 및 그 결과를 활용한 재디자인(아이디어 스케치의 개량)이 지원 해야할 디자인 액티비티가 되는 것이다.

4) Nohuchi H., An Approach to the Design Thinking Process by Experimental Method, Bulletin of JSSD, Vol 43 No. 1, 1996

3. 디자인 행위의 본질과 이미지 탐색 공간의 특징

3.1 디자인 행위의 본질과 발상

디자인 행위의 본질은 만들어 내야 할 인공물과 그것을 사용 혹은 소비하는 인간의 감성적 욕구를 충족시키기 위한 기능을 부여하는 것이다. 이 때문에 디자이너는 디자인 과정에 있어서 사용자의 감성적 요구에 적합하도록 생리 심리적 기능을 발휘하는 디자인 대상의 속성(디자인 해)을 고려하지 않으면 안되며, 따라서 디자이너의 중심적인 액티비티는 주로 형태 이미지의 탐색과정(발상과정)에서 발생한다. 디자이너의 사고과정은 디자인 대상에 따라서 다양한 형태로 나타나게 되나 대체로는 분석-종합-평가의 3단계로 분류할 수 있다. 분석단계는 주로 주어진 디자인 문제의 파악이나 디자인 발상의 방향을 설정하기 위한 발상의 준비단계에 해당한다고 볼 수 있으며, 종합단계는 기능공간으로부터 속성 공간으로의 투사과정이라고 할 수 있다. 분석단계에 있어서의 사고가 연역적 혹은 귀납적 추론에 근거하여 행해지는 것에 비해 본격적인 발상이 이루어지는 종합단계에서는 구체적인 형태를 유추하는 과정이라고 할 수 있다. 유추적 사고가 연역적 혹은 귀납적 추론과 질적으로 다른 점은 연역적 혹은 귀납적 추론이 [추론]의 한 형식인 것에 비하여 유추는 추론의 [내용]과 관련된 사고유형이기 때문에 발상자의 개인적 경험이나 장기적으로 축적된 기억에 크게 영향을 받는다. 이러한 유추적 사고과정 자체는 의견상으로는 시행착오적이며 비논리적으로 까지 보이나 발상자 자신의 내면세계에 있어서는 단순한 시행착오가 아닌 디자인 컨셉에 부응하는 수단으로서의 형태 이미지를 탐색하고 수단에서 목적으로의 연관을 추상의 방향으로 더듬어 가는 탐색공간의 확대와 그것에 적합한 형태 이미지의 탐색이 반복적으로 이루어 지는 과정이다. 디자인 사고행위에 있어서 종합단계는 상술한 바와 같이 다분히 시행착오적으로 이루어지기 때문에, 디자인 컨셉을 구체화 하고 그것을 시각적 형태 표현으로 귀착 시켜가는 과정에 있어서는 아이디어 스케치가 사고의 도구로서 중요한 역할을 담당하게 된다. 아이디어 스케치는 단순히 디자인 대상의 개념적 형태 표현의 차원을 넘어 언어로 표현된 컨셉을 우선 형태로 치환하고 언어적 개념표현과 형태적 개념표현 사이에서의 정합성을 확고히 하기 위해서 필요로 하는 것이다. 즉, 아이디어 스케치를 그려보고 나서야 처음으로 그것이 컨셉의 형태화로서의 적절성 여부를 판단할 수 있게 되는 것이다. 바꾸어 말하자면 아이디어 스케치를 그리는 것은 디자인 행위에 있어서 언어적으로 부여된 요구에 포함되어 있는 비언어적 목적 의식을 우선 가시화 해 봄으로써 평가의 대상을 부여하여 다음에 무엇을 해야할 것인가를 명확히 하기 위해 필요한 것이다. 디자인 과정에 있어서 아이디어 스케치의 이러한 역할은 디자인 행위에 있어서 발상지원 방법을 고려할 때에 중요한 의미를 지니게 된다.

설계 요구가 주어졌을 때 일반적으로 설계자는 설계 해의 탐색과정에서 과거의 사례와 유사한 문제와 거기에 대한 해가 존재 하는가를 우선 탐색한다. 과거의 사례에 유사한 해가 발견되지 않았을 경우에는 새로운 해로서의 설계대상을 찾지 않으면 안되며 이때에 바로 새로운 발상이 필요하게 된다. 이 상태는 목적으로하는 설계 해를 도출시키기 위한 적절한 수단이 발견되지 않은 상태에 있다고 볼 수 있다. 이러한 경우 통상적으로는 설계자는 일단, 당면의 목적으로 부터 벗어나 설계과정의 목적 수단 연관을 거슬러 올라가 다시 한 번 추상도가 높은 수준의 목적의식으로 부터 적절한 수단을 탐색하려고 한다. 따라서

설계과정에 있어서 발상은 요구기능을 실현 시키는 실체로서의 설계대상의 구체화 과정으로 본다면 추상으로 부터 구체화로 향하는 흐름을 일시적으로 추상으로 역행할 때에 나타나며, 따라서 요구기능 표현의 배후에 있는 목적의식에 착목하여 본다면 적절한 실현수단의 발견을 매개로 한 목적의식의 재관화 과정이라고 할 수 있다. 이것을 도식화 하면 그림 3과 같다. 요구기능의 개념구조를 명확히 하고 설계목표를 실체개념과 연결시키는 것이 가능할 때까지 구체화 시키는 과정이 분석단계이며, 구체화 되어진 설계목표를 실마리로 하여 목표를 실현시키는 수단으로서의 실체의 속성 형식을 규정하는 것이 종합단계라고 한다면, 발상은 분석단계에서도 종합단계에서도 발생할 수 있다.

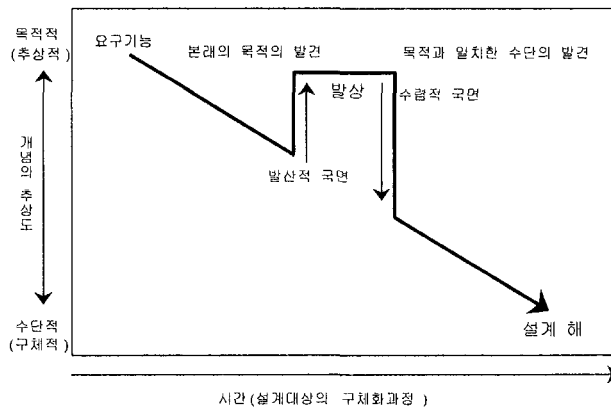


그림 3 목적 수단관계의 추상화로서 본 발상의 구조

3.2 이미지 탐색의 사고적 특징과 지원시스템의 기본성질

스타일링 단계에서는 개념에 부응하는 형태 이미지를 발견하기 위한 탐색공간의 확대 작업이 반복적으로 이루어진다. 이러한 확대 작업이 원활히 수행되는 경우는 극히 드물며 프로세스 자체가 벽에 부딪치는 경우도 종종 발생한다. 이럴 경우 디자이너는 외부로부터의 자극을 강제적으로 주입하여 발산과 수렴이라는 두 가지의 인지적 프로세스를 자발적으로 활성화 시킴으로써 국면의 타개를 꾀하고자 하는데, 발산적 사고는 아이디어나 가능해, 혹은 후보 해에 대한 정보를 가능한 한 많이 취득하려는 사고이며 가설 설정형⁵⁾이라고도 한다. 한편, 수렴적 사고는 도출된 복수의 가설을 설계 조건에 맞추어 실현가능한 범위로 좁혀서, 거기에서부터 보다 구체적인 제안의 발상을 촉진하려고 하는 사고유형이며 발산단계에서 수렴단계로 들어갔을 때에는 반드시 평가가 필요하게 된다. 일반적으로 평가 조정의 대체적인 기준은 디자이너 개인의 경험적 지식, 혹은 디자인 컨셉 용어가 사용되게 되나 만족한 평가 결과를 얻지 못할 경우에는 재차 발산, 수렴적사고가 되풀이 되게 된다.

이상에서 기술한 바와 같이 발산적 사고와 수렴적 사고는 [해결안 탐색]과 [평가]의 단계에서 집중적으로 이루어지게 되며, 이러한 사고 프로세스는 최종적인 만족 해를 도출해 낼 때까지 나선형으로 반복하게 된다. 한편, 해결안 탐색과정 중 아이디어 탐색이 한계에

5) Noguchi H., An Approach to the Design Thinking Process by Experimental Method, Bulletin of JSSD, Vol43 No. 1, 1996

부딪혔을 때 고정관념을 타파하기 위해 [사고의 전환]이라는 제 4의 단계를 거치게 되는데 이 단계가 이미지 탐색을 지원하기 위한 중요한 액티비티로 된다. 그러나 이 [사고의 전환]단계는 디자인 프로세스의 어느 단계에서도 발생할 수 있으며 [사고의 전환 방법]도 각각 차이가 있을 수 있으나 본 연구에서는 [해결안의 탐색]으로 향하는 과정에서 맞이하는 이러한 문제만을 한정하기로 한다. 이 과정에서의 발상 지원을 촉진시키기 위한 연상과정을 촉진시키는 것이 주요한 과제로 되며, [평가]로 향하는 단계에서는 보다 명확한 디자이너의 판단기준을 설정하는 것을 대상으로 한다.

그럼 여기서 스타일링 단계에 있어서 디자이너가 피하는 이미지 탐색을 위한 사고과정의 특성을 고찰해 봄으로써 이미지 탐색 시스템이 갖추어야 할 기본적인 성질을 명확히 하기로 한다.

- 1) 디자이너가 행하는 이미지 탐색과정의 사고추이를 예측하기란 대단히 어려우나 대체로 디자인 요소가 지니고 있는 속성에서 속성으로 사고를 추이하는 경우가 많은데, 이때 같은 속성 수준에서의 시행착오 보다는 스스로의 사고의 궤적을 더듬어 올라가면서 아이디어의 탐색 혹은 구체화를 꾀하고자 한다.
- 2) 디자이너는 이미지 탐색을 위한 발상과정에서 스스로 발상을 제어하기 위하여 다음과 같은 전략을 사용하고 있다. 첫째, 연상 등으로부터 얻어진 발상하고자 하는 형태의 개념을 우선 언어로 표현하여 이미지의 형태적 특징을 구체화 한다. 둘째, 막연히 자유도가 높은 디자인의 조건하에서는 자발적으로 구체적인 조건을 설정하여 사고의 방향을 명확히 하려고 한다. 셋째, 정형적인 발상으로 부터 탈피하기 위하여 굳이 조건에 맞지 않는 발상도 사고과정에 함께 넣어서 새로운 발상의 실마리로 이용하려고 한다. 따라서 [사고의 전환]의 단계에서 이들의 전략을 외부로부터 의식적으로 컨트롤 함으로써 발상을 활성화 시키고자 한다고 볼 수 있다.
- 3) 평가과정에 있어서 객관적인 조건을 배제한 주관적인 조건(발상의 전략으로서 스스로 정한 조건도 포함하여)의 평가(좋은 형태 등)는 스스로의 내적인 판단기준에 의거하여 평가하고 있다. 그러나 이러한 내적인 판단기준은 디자이너 자신에 있어서도 명확한 경우는 드물며, 대체로 경험적 지식에 좌우되는 경우가 많다. 이렇게 디자인에 있어 발상과정을 가설 모델로서 노구치⁶⁾는 그림 4와 같이 제안하고 있다.

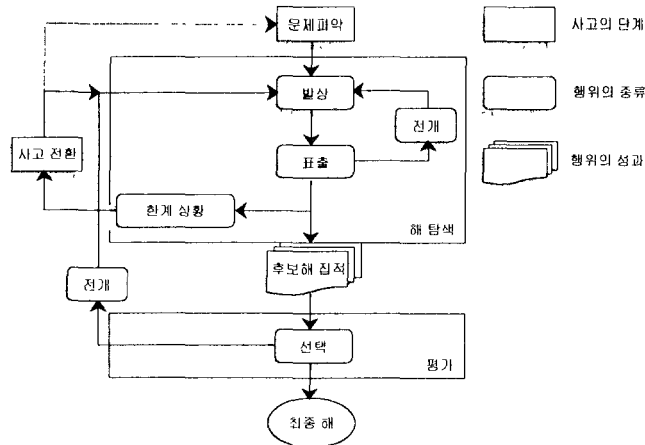


그림 4 디자인사고과정 모델(1996, Noguchi H.T)

6) 디자인사고과정 모델, 1996, Noguchi H.T

디자인과정 중 문제의 파악단계 다음에는 해결안의 탐색단계로 들어가는데 탐색단계의 발상-표출단계에서 일차적인 아이디어의 전개 사이클이 이루어지게 되며, 이 과정이 벽에 부딪히면 일단 탐색을 정지하고, 사고를 전환하여 새로운 사고의 사이클(문제파악 혹은 발상단계)로 들어가게 된다. 이 새로운 사고 사이클에서는 그 이전의 사이클과는 사고의 수준이 다르다. 이들의 사고 사이클은 나선형으로 전개된다고 여겨지며, 이런 과정을 되풀이 하여 어느 정도 후보 해(아이디어 스케치)가 모여지면, 평가과정을 통해 모여진 후보 해 군으로부터 소수의 정련된 후보가 선택되며, 선택되어진 후보 해에 대해서도 만족할 때까지 아이디어 전가가 재차 반복되어 가면서 최종적인 해를 도출하게 된다. 이상과 같은 디자이너의 사고과정의 특성을 볼 때, 이미지 탐색을 위한 발상 지원은 발산적 국면을 지원하는 경우와 수렴적 국면을 지원하는 경우의 2가지로 정리할 수 있다. 발산적 국면과 수렴적 국면은 언제나 양면일체가 되어 서로 상호보완적인 관계에 있다고 보아야 할 것이며, 이러한 발상이 순조롭게 진행되고 있을 때에는 지원은 필요하지 않다. 그러나 발상이 순조롭게 이루어지지 못할 경우 처음으로 무엇인가의 지원을 필요로 하게 된다. 발상이 한계에 도달하였을 때 일반적으로 그 타입은 대체로 다음과 같이 분류할 수 있다.

- (1) 사고가 발산적으로 전개되지 않는다.
- (2) 사고가 수렴되지 않는다.

이 중 (1)의 경우는 발상자의 사고가 기존의 탐색공간으로부터 빠져 나올 수 없게 되어 같은 탐색공간 내를 헤매게 되는 경우라고 할 수 있다. 이 경우에는 발상자를 기존의 탐색공간으로부터 해방시킬 필요가 있다. (2)는 발상자가 발산한 사고를 어떻게 최적 해로 결정할 것이가를 알 수 없는 상태로서 의사결정 지원방법과 관련되어 있다. 이들 발상의 한계를 발상자의 목적의식의 구체화 과정에 있어서의 한계상황이라고 간주 한다면 다음과 같이 말할 수 있다.

- (1') 문제가 요구하고 있는 본래의 목적(문제의 본질)을 파악할 수 없다.
- (2') 목적을 실현시키는 수단(실체)을 발견할 수 없다.

발상지원이란 발상을 필요로 하고 있는 문제의 본질이 무엇인가를 발상자에게 파악시키는 것이 본래의 목적이며, 그 때문에 자유로운 발산적 사고가 필요하게 되며 그것에 의해 문제의 본질이 파악되었다고 한다면 어떻게 하여 그것에 최적의 실현수단을 도출할 것인가가 사고의 대상이 된다. 이러한 수렴적 사고는 목적이 구체화 됨에 따라 점점 논리적으로 행해 지게 된다. 이 두가지 사고유형을 분류하면 다음과 같다.

- 1) 컨셉의 목적이 명확히 파악되지 않는다. 따라서 발상의 방향이 정해지지 않는다.
- 2) 컨셉의 목적은 파악되었지만, 그것을 실현시키기 위한 수단의 탐색 방법을 모른다.
- 3) 수단으로서의 디자인 후보 해의 탐색은 가능하나, 기존의 탐색의 벽을 넘을 수 없다.
- 4) 디자인 후보 해의 탐색에서 기존의 탐색의 벽은 넘을 수 있으나, 컨셉에 부합하는 최적의 디자인 해를 발견해 낼 수 없다. 이상과 같은 이미지 탐색과정에 있어서 2가지의 사고특성을 생각할 때, 본 이미지 탐색 지원 시스템은 아래와 같은 방법으로 이미지 탐색 과정을 지원할 수 있을 것이다. 우선, 발산단계에 있어서는 이미지 탐색이 벽에 부딪힌 단계, 즉 [발상의 전환]의 단계에서 이러한 방략을 외부로부터 강제적으로 제어하는 것에 의해 새로운 아이디어를 활성화 시킬 수 있다. 또한 평가의 단계, 즉 수렴단계에 있어서는 발산되어진 복수의 가설 해로부터 몇 개의 후보 해를 도출하기 위한 분류, 정리 및 의사결정에 필요한 정보를 제공함으로써 디자이너의 경험에 의존하던 주관적인 평가가 아닌, 보다 명확한 평가 기준에 의한 객관적 평가과정을 통해 수렴적 사고과정을 원활히 지원할 수 있다.

4. 이미지 탐색 시스템의 구성

4.1 이미지 탐색 시스템의 기본사양

디자인 과정에 있어서의 아이디어 탐색을 위한 발상은 디자이너의 사고유형에 따라 다양한 형태로 나타나게 되나 대체로 다음과 같은 특징을 지니고 있다. 첫째, 기획 단계로부터 주어지는 디자인컨셉을 구체적인 디자인 해결안으로 도출하기 위한 프로세스, 즉 추상 단계로부터 구체단계까지의 거리가 매우 길기 때문에 아이디어의 탐색 방향을 모색하기 어렵게 된다. 둘째, 아이디어 탐색과정이 한계상황에 이르렀을 때 디자이너 자신의 고정관념이 장애가 되어 새로운 아이디어의 탐색이 어렵게 된다. 이러한 발상에 대한 문제를 극복하기 위한 지원 방법으로 두 가지를 들 수 있다. 먼저, 종래의 통계적 방법을 적용하여 다양한 수치데이터를 정량적 데이터로 변환하여 아이디어 탐색을 위한 실마리로 제공하는 것이다. 다음으로 디자인컨셉을 만족시키기 위한 최종해(목적)를 발견해 내기 위한 이미지 탐색(수단)과정을 일시적으로 역행시킴으로서 디자인 탐색공간을 확장시키고 컨셉의 배후에 있는 문제의 본질(본래의 목적)의 파악을 촉진시키는 방법이다. 이러한 두 가지 지원 방법을 발상과정에 따라 구체적으로 기술하자면 다음과 같다.

- 1) 디자인 과정의 분석에 있어서 발상 지원은 목적 수단 관련을 일시적으로 역행 시킴으로서 아이디어 탐색공간을 확대시켜, 컨셉에 포함되어 있는 목적의 본질(본래의 목적 의식)을 명확히 파악 시키는 것을 목표로 한다,
- 2) 컨셉의 목적이 파악 되었다면, 이것을 종합으로 귀착시키기 위하여 컨셉의 표현 형식을 디자인 대상의 형태적 특징을 규정하기 쉬운 형식으로 전환시키는 과정을 지원해야 한다.
- 3) 종합에서의 발상에 있어서 발산적 사고의 지원에서는 컨셉의 언어표현에 적합한 형태 이미지 표현의 추출을 촉진시킬 필요가 있다. 아이디어 스케치 등으로 표출되어진 디자인 후보 해를 다양한 분류 관점으로부터 분류하고 분류개념으로서 일단 추상화 시킴으로써 디자인 해의 탐색공간을 확장시키는 방법이나 화상 데이터베이스 등을 연상의 실마리로 제공하는 방법 등이 필요하다.
- 4) 인간 고유의 고정관념을 타파하고 종합에 있어서 필요 없는 시행착오를 줄이기 위해 어느 정도의 발상과정을 컴퓨터에 의해서 자동화시키는 발상 지원시스템을 필요로 하게 된다.

여기에서는 위에서 언급한 발상과정을 지원하기 위해 필요로하는 기본적인 성질을 토대로 하여 컴퓨터상에서 구축되는 이미지 탐색 지원시스템의 기본사양에 대해 기술한다. 시스템은 전 장에서 명확히 한 스타일링 단계에 있어서 디자이너의 이미지 탐색과정을 디자인에 사용되는 이미지 화상과, 디자인에 평가를 부여하는 이미지어와의 관련도 정보에 근거하여 구축된다. 본 논문에서 제안하려고 하는 이미지 탐색 시스템은 개량하려고 하는 디자인 요소의 탐색을 피험자의 평가 데이터가 링크 되어 있는 데이터 베이스를 이용하여 지원하려고 하는 것이며, 이것에 의해 디자이너는 디자인 컨셉과 관련 화상과의 관계성을 유지한 채로 이미지 참조가 가능하여 결과적으로 보다 효율적인 이미지 탐색의 촉진을 기대할 수 있다. 그림 5는 이와 같은 이미지 탐색 시스템의 개념을 설명하고 있다.

우선, 스타일링 단계에서 시행착오적으로 반복되는 이미지 탐색을 지원하기 위하여 필요로 하는 시스템의 기능으로서, 1) 데이터 수집-시소러스 생성-탐색 결과의 피드백 등의 리얼

타임 처리, 2) 퍼지 관련도 결합행렬의 자동생성 기능, 3) 이미지어간, 이미지 화상간, 양방향간의 검색 기능, 4) 각 모드간의 유연한 네비게이트 기능의 4점을 들 수 있다.

다음으로, 이들의 기능을 이미지 탐색 시스템에 실장할 경우에 고려해야 할 점에 대해서 기술한다. 우선, 시스템은 이들의 기능을 반복하여 실행함으로써 최적 디자인해의 발견을 지원한다. 따라서 이들의 기능은 상호 관련성을 지니면서 유기적으로 실행될 필요가 있다.

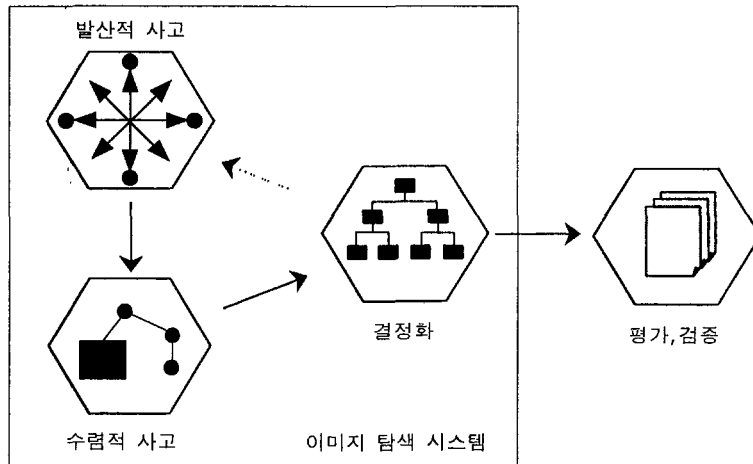


그림 5 이미지 탐색 시스템의 개념도

이를 위해서는 모든 기능이 통일적인 인터페이스 환경하에서 실장되는 것이 바람직하며, 또한 개개의 기능은 인터랙티브하게 실행될 것이므로 메뉴 선택이나 직접 조작감을 기본으로 하는 그래픽 유저 인터페이스상에서 실장되는 것이 바람직하다.

4.2 이미지 탐색 알고리즘

본 이미지 탐색 지원 시스템은 전술한 바와 같은 종합의 단계 즉, 해결안의 탐색의 단계에서 [사고의 전환]이 요구되고 있을 때, 디자이너의 발산적 사고와 수렴적 사고를 지원하기 위하여 이미지어간, 이미지 화상간, 이미지어에서 이미지 화상, 이미지 화상에서 이미지어의 합계 4개의 탐색 모드를 지원하고 있다. 이하에 이들의 모드와 발산적 사고 및 수렴적 사고와의 관련에 대해서 기술한다.

첫째, 디자이너는 갭의 원인이 되고 있는 디자인 요소와 관련이 있는 이미지어를 참조하면서 아이디어 전개의 실마리를 탐색하려고 한다. 그리고 연상 등으로부터 얻은 발산하려고 하는 형태의 개념을 언어로 네이밍 함으로써 형태 이미지의 사고를 구체화 하려고 한다. 이러한 사고 과정속에서 이미지어의 자유로운 발상을 돕기 위하여 본 시스템은 이미지어로부터 이미지어의 탐색 기능을 제공하고 있다. 이것은 개량하고자 하는 이미지어와 관련있는 키워드를 제공함으로써 연상과정을 촉진하려고 하는 것이다. 디자인 요소를 표현하는 한 개, 혹은 복수의 조형 컨셉(이미지어)을 입력하면, 후술하는 퍼지 이미지어 관련도

결합행렬의 전개에 의해서 관련성이 높은 순으로 이미지어를 리스트업 한다. 즉, 이 탐색 모드는 일종의 전자 사서라고 할 수 있는데, 이미지어 상호간의 퍼지 관련도는 자극에 대한 이미지어의 공기 관계를 기초로 하여 산출된다.

이와 같은 이미지어 사이의 탐색은 디자이너와 유저와의 감성적 평가의 갭이 크며 이미지 탐색의 전략을 세우고자 할 경우에 특히 유효하다.

둘째, 이미지어 사이의 탐색에서 검색되어진 복수의 이미지어를 기초로 하여 디자이너는 이미지어를 표현하는 구체적인 이미지 즉, 형태를 탐색하는데, 이 사고 과정을 지원하려고 하는 것이 이미지어에서 이미지 화상으로의 탐색이다.

셋째, 이미지 화상으로부터 이미지 화상에의 탐색모드는 이미지어로부터 이미지 화상에서의 탐색으로부터 선택되어진, 각각의 이미지를 대상으로 하여 유사한 이미지 화상을 탐색한다. 이것은 디자이너가 어느 정도 이미지 생성을 달성하고 나서, 그 이미지를 근거로 유사 이미지를 발산적으로 탐색할 때에 특히 유효하다.

끝으로 이미지 화상으로부터 인상어간의 탐색모드는 아이디어 전개의 과정안에서 스케치의 방향을 정할 때, 혹은 발산적 탐색에 의해 확산시킨 이미지 화상이 목적으로 하는 조형 컨셉과 비교하여 유저로부터 어떻게 평가되고 있는가를 조사할 때에 사용된다. 이때, 이미지 화상 데이터 베이스에 등록되어 있는 유사 이미지 화상을 입력 키워드로 사용하여 유저의 평가 판단을 예측할 수 있다. 화상간, 이미지어간의 공기 관계의 산출은 화상간, 혹은 화상과 이미지어 사이에 있어서도 동일하게 이루어진다.

이상으로 4개의 탐색모드를 설명하였는데 본 지원시스템은 모드의 선택이나 네비게이션의 전략까지는 제시하고 있지 않다. 이들 모드들의 선택과 이행은 디자인 개량의 성질이나 디자이너와 사용자 간의 감성적 평가의 정도를 고려하여 최종적으로는 디자이너의 판단에 의해 이루어지는 것이 바람직하기 때문이다. 이것은 디자인 개량의 원초적인 이미지를 가지고 있는 것은 디자이너이며, 모드의 선택이나 이행을 강제적으로 컨트롤 하는 것 자체가 디자이너의 유연한 발산적 사고를 저해할 우려가 있기 때문이다.

4.3 이미지화상과 이미지어간의 퍼지관계

일반적으로 키워드에 의한 문헌검색에 있어서는 [시소러스]라고 불리는 키워드간의 관련성을 기술한 사서가 사용되고 있다. 이 경우, 시소러스는 단어의 관련을 {있다, 없다}의 이항관계로 취급하는 것이 보통이다. 그러나 단어간의 관련성은 원래부터 애매한 성질을 지니고 있으며, 이항관계로는 표현할 수는 없다. 따라서, 본 연구에서는 유저의 감성적 평가에 사용되어진 이미지 화상과 이미지어 사이의 관련성을 [0,1]의 범위의 퍼지관계로 취급하여 이미지 화상간, 이미지어간의 퍼지 관련도 결합행렬을 작성하고있다. 그림 6에서는 이러한 이미지 화상과 이미지어와의 퍼지 대응관계를 표시한 것이다.

이하에서는 이러한 이미지어 결합 행렬을 작성하는 방법에 대해 설명한다. 일반적으로 이미지어에 대해서 [2개의 이미지어가 동일한 이미지 화상 내에 동시에 존재하는 빈도가 크면 클수록 이들의 이미지어는 상호간에 관련성이 깊다]라는 것이 경험적 사실로 알려져 있다. (식 1)에서는 이러한 사고에 기초로 하여 이미지 화상의 반응 데이터로부터 이미지어끼리의 관련도 계수를 얻는 식이다.⁷⁾

7) 일본퍼지학회, 퍼지데이터베이스와 정보검색, 일간공업신문사, 153-183, 1993

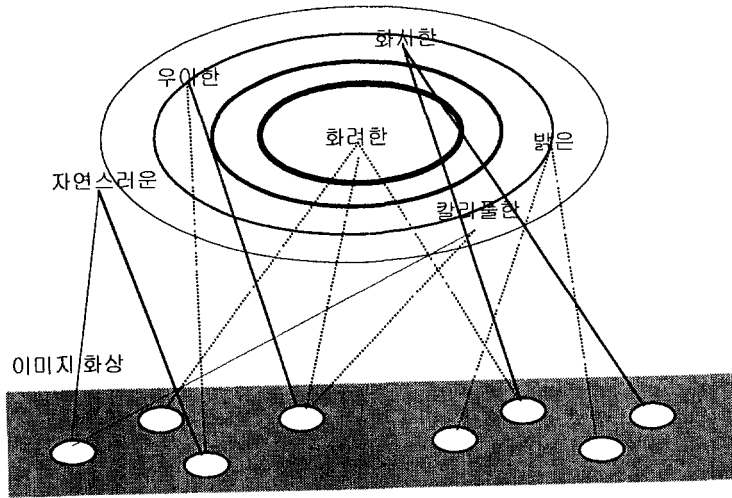


그림 6 이미지 화상과 이미지어와의 퍼지 대응관계

$$W_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_i + N_j - N_{ij}} \quad (\text{식 1})$$

단, N_i , N_j 는 K_i , K_j 를 이미지어로 하고 있는 화상 수, N_{ij} 는 K_i , K_j 를 동시에 이미지어로 하고 있는 화상수를 말한다. 이상의 식을 사용하여 이미지 화상의 평가에 사용되어진 이미지어끼리의 퍼지관계행렬, 즉 이미지어 결합행렬을 만들 수 있다. 본 장에서는 이와 같이 자극사상으로부터 얻은 반응 데이터를 기초로 이미지어간의 관련도를 정량화하고 있는데, 이 관련도 결합행렬은 형태, 소재, 색채, 레이아웃 등을 이용한 계층 분류형 결합 행렬로 구성하고 있다. 결합행렬을 계층 분류형으로 한 것은 탐색을 위한 결합행렬의 시소러스 전개 시에 데이터 처리를 고속화하기 위함이다.

4.4 시소러스 생성을 위한 반응데이터 수집방법

4.4.1 실험 방법

반응 데이터를 수집하기 위한 실험은 피험자 M 인이 각각 퍼스널 컴퓨터를 사용하여 그림 7과 같은 프로세스에 따라 진행된다. 화면상에는 인상어 W_i , 일련의 이미지화상 $\{e_k \mid k = 1, 2, 3, \dots, k\}$ 가 무작위로 제시되며 각 자극화상 e_k 에 대해서 관련이 있다고 생각되어지는 이미지어 W_i 를 단수 혹은 복수 개를 선택하도록 지시된다. 이미지어 상호간의 유의어 계수 S_{ij} 를 계산하기 위하여 같은 계열의 자극사상에 대해서 복수의 인상어 $\{W_i \mid i = 1, \dots, i\}$ 까지 같은 실험을 반복한다. 실험 후에 M 인의 반응 데이터 파일을 집계하여, (식 1)의 방법에 기초하여 퍼지관련도 결합행렬을 산출한다. 필자는 실험 중의 피험자의 인내력으로 보아 자극 $\{e_k \mid k = 1, 2, 3, \dots, k\}$ 의 개수 k 를 100개($k = 100$)정도로 하는 것이 타당하다고 판단하였다.

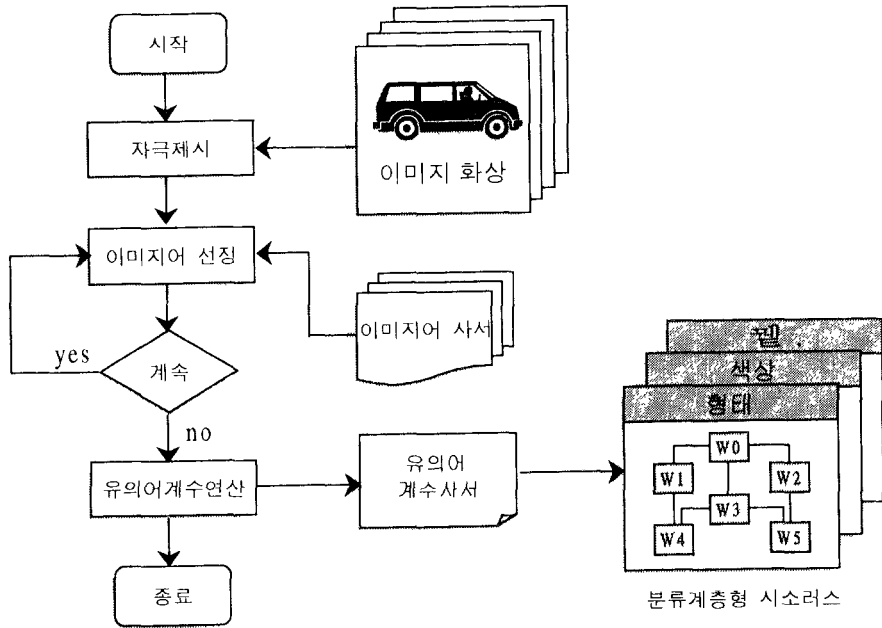


그림7 반응데이터 수집 플로우

본 연구에서는 반응데이터의 수집을 위해서 실험용 소프트웨어를 제작하였는데 조작은 위와 같은 실험 순서에 따라 간단히 조작할 수 있는 단순한 구조로 되어 있으며, 모든 실험과정을 비주얼 오소링 툴을 이용하여 제어하는 것에 특징이 있다. 본 실험을 위해서 개발한 실험용 소프트의 예비실험 결과, 실험자 측으로부터는 실험과정의 자동화로 인한 실험시간의 단축 및 데이터 관리의 편리성을, 피험자 측으로부터는 자극 조작의 리얼타임 반응, 직감적 조작, 피험자 의견의 평가로의 반영하기 용이함 등의 양방향의 이점을 확인하고 있다.

4.4.2 자극 화상 및 이미지어의 제시방법

유효한 반응 데이터를 얻기 위해서는 효율적인 이미지어의 제시와 이미지어에 적합한 자극화상의 준비가 필요하다. 본 연구에서는 반응 데이터의 수집과정에서 발생하는 바이어스를 최대한 제거하기 위하여 자극과 이미지어를 무작위로 디스플레이 화면에 제시하도록 배려했다. 이들의 생성에 있어서 특히 다음의 4가지 사항에 유의 한다.

- 1) 이미지어를 용이하게 상기할 수 있는 이미지 화상을 선정한다.
- 2) 피험자의 특수한 개인적인 경험을 상기할 수 있는 자극은 피한다.
- 3) 이미지 화상 및 이미지어의 제시 순서를 무통제/무작위로 행한다.
- 4) 최대한 효율적이며 여분의 시간이 소요되지 않도록 실험용 소프트웨어를 제작한다.

이상과 같은 고려는, 첫번째는 논리적 사고를 거치지 않고 직감적인 반응을 얻기위한 배려이며, 두번째는 개인적인 특수한 경험을 반응데이터로부터 제거하고 불특정 다수의 일반적 경향을 적극적으로 반영하기 위한 배려이다. 예를들어, 유명 연예인이나 저명한 정치인의 얼굴이 포함된 이미지 화상은 개인의 특수한 취향이 개재될 가능성이 있기때문에 바람직하지 않다. 세번째는 통계 처리를 위한 배려이고, 네번째는 신뢰도가 높은 반응 데이터

를 효율적으로 수집하기 위한 배려이다. 이러한 배려를 통해 반응 데이터의 수집을 용이하게 하고 실험의 신뢰도를 높일 수 있다.

4.4.3 퍼지색인의 생성 방법

여기에서는 이미지어 결합행렬을 사용하여 크리스프 색인으로부터 퍼지색인을 생성하는 방법에 대해 설명한다. 우선, 퍼지색인에 대해서 설명한다.

이미지 화상 집합과 이미지어 집합의 직적에 있어서의 퍼지관계이다.

$$\text{퍼지색인 } :F \quad F: P * k \rightarrow [0,1]$$

여기에서는 색인관계가 가장 강한 경우를 1, 없는 경우를 0으로 간주한다. 이러한 퍼지 관계로부터, 어떤 이미지 화상에 대한 이미지어의 퍼지 집합을 부여하는 함수 Φ 와 그 역함수(어떤 이미지어에 대한 이미지화상의 퍼지 집합을 부여하는 함수) $\Psi(= \Phi^{-1})$ 가 구해진다.

$$\Phi: P \rightarrow [0,1]^k \quad (\text{식2})$$

$$\Psi: K \rightarrow [0,1]^P \quad (\text{식3})$$

그리고 어떤 이미지화상 P 에 부여되어 있는 이미지어의 퍼지집합은 다음과 같이 정의된다.

$$\Phi(p) = \sum_{k \in K} F(p, k) / K \quad (\text{식4})$$

또한, 어떤 이미지어가 부여하는 이미지 화상의 퍼지 집합은 다음과 같이 정의된다.

$$\Psi(k) = \sum_{p \in P} F(p, k) / p \quad (\text{식5})$$

다음으로, 이미지어 결합행렬을 사용하여 크리스프 색인으로부터 퍼지색인을 생성하는 방법에 대해 설명한다(그림 8). 각 이미지 화상 p_i 에는 색인관계로부터 부여되는 이미지어의 집합 $\phi(p_i)$ 이 존재한다. 또한 각 이미지어(그림중에서는 $\phi(p_i) = \{k_l, k_m, k_n\}$ 으로 표시)에는 이미지어 결합행렬에 의해 관련지워진 이미지어의 퍼지집합 v_l, v_m, v_n 이 존재한다. 따라서 이미지 화상과 이미지어와의 관계를 색인관계로부터 직접 연관지을 뿐 아니라, 이미지어 결합 행렬에 따라서도 간접적으로 생성되는 것으로까지 확장한다. 즉, p_i 와 직접 색인관계가 없는 이미지어 k_j 에도 W_{mj}, W_{nj} 를 중간 매개로하여 색인 관계를 인정한다. 이미지어 결합 행렬에 의한 이미지어 간의 관련은 퍼지 관계이기 때문에 그 결과 생성되는 색인관계도 퍼지색인이 된다. 이하에서는 퍼지 색인의 그레이드를 산출하기 위한 구체적인 계산방법에 대해 설명한다.

이미지어 k_l 에 대해 이미지어 결합 행렬로부터 관련 되어진 이미지어의 퍼지집합을 v_l 로 하면 v_l 은 다음과 같이 정의된다.

$$v_l = \sum_{kj \in K} W_{ij} / k_j \quad (\text{식6})$$

이 v_i 을 이용하여 이미지어 결합행렬에 의해 이미지 화상 p_i 를 색인으로 하는 이미지어의 퍼지집합 $\Phi(p_i)$ 을 다음과 같이 정의한다.

$$\Phi(P_i) = \sum_{k_i \in \Phi(P_i)} V_i \quad (\text{식7})$$

이 식으로부터 $\Phi(p_i)$ 에 있어서 각 이미지 화상의 퍼지 그레이드를 구할 수 있다. 단, 본 논문에서의 이미지 탐색 시스템에서는 각 이미지 화상의 합집합의 연산자로서 통상적인 max가 아닌, 대수합을 사용하기로 한다. 따라서 이미지 화상에 대한 이미지어의 퍼지그레이드 $\mu_{\Phi(p_i)}(k_j)$ 는 다음과 같은 식으로 구해진다.

$$\mu_{\Phi(P_i)}(k_j) = 1 - \prod_{k_i \in \Phi(P_i)} (1 - W_{ij}) \quad (\text{식8})$$

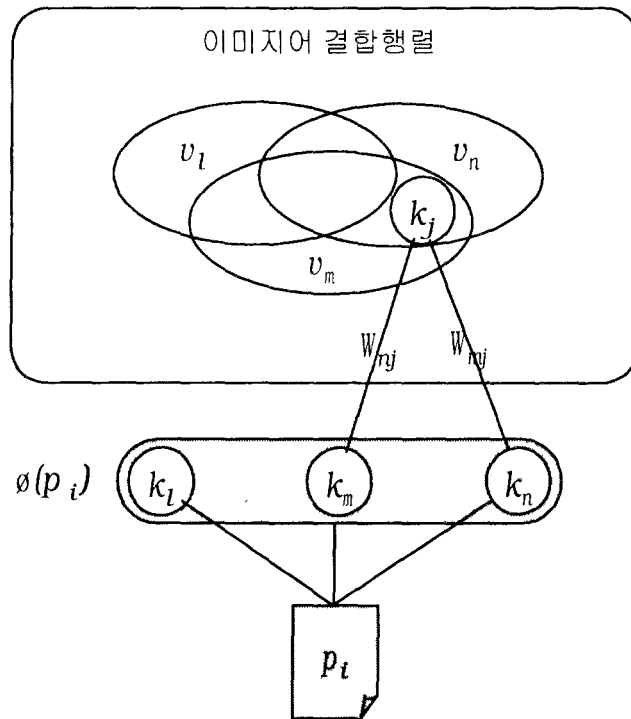


그림 8 이미지 결합행렬에 의한 퍼지집합의 개념도

5. 이미지 탐색 시스템의 프로토타입

5.1 프로토타입 시스템의 개념모델

본 장에서는 제 4장에서 언급한 이미지 탐색 시스템의 기능 사양에 의거하여 구축한 프로토타입 대해 설명한다. 프로토타입 시스템은 사용자의 평가 반응데이터를 수집하기 위한 반응 데이터 수집 유니트와, 수집된 평가반응 데이터를 이용하여 퍼지 관련도 결합행렬(퍼지 시소러스)을 작성하기 위한 시소러스 작성 유니트, 검색 결과의 가시화 유니트, 시뮬레이션 유니트 등의 4개 유니트로 구성되어 있다. 시스템은 이미지 화상과의 링크가 용이하며, 또한 서로 다른 플랫폼에서의 이식성에 뛰어난 비주얼 프로그래밍 툴인 Visual studio 6.0에 의해 개발되었다.

Visual Basic 6.0의 기본적인 개발환경은 유니트 하나 하나를 모듈화하여 복수의 프로젝트로 개발 할 수 있는 오브젝트 지향 프로그래밍 환경이라는 점에 큰 특징을 지니고 있으며, 따라서 각 프로젝트 내에서 모듈 프로그램을 공유할 수 있다는 이점이 있다. 또한 Visual Basic 6.0에서는 이미지 탐색 시스템의 개발에 필요한 다양한 형태의 오브젝트(Visual Basic 6.0에서는 이들을 컨트롤이라고 부른다.)들을 제공하고 있다. 예를 들어 데이터 처리를 위한 파일 입출력 관련 오브젝트, 버튼 오브젝트, 화상 처리를 위한 이미지 관련 오브젝트, 동화상 처리를 위한 멀티미디어 관련 오브젝트, 액세스나 SQL 등 외부 데이터베이스와의 연결을 수행하는 데이터베이스 관련 오브젝트, 각 오브젝트간의 이벤트 발생 처리를 제어하는 스크립트를 기술하는 모듈 등이 내장되어 있다. 본 시스템을 구성하고 있는 각 유니트는 각 각의 모듈 프로젝트에 실장 되어 있다. 또한 모든 스크립트는 Visual Basic 6.0에 의해 제어된다.

한편 본 시스템의 구성에 있어 디자인 요소와 그 구체적인 예는 미리 편집과 조작이 가능한 오브젝트로서 화상 데이터 베이스의 형태로 구축되어 있다고 가정한다. 또한 기획단계로부터 부여되는 디자인 컨셉을 충족시키기 위한 수단으로서의 최초의 아이디어 스케치는 본 시스템과는 별도로 아이디어 편집 지원시스템 등에 의하여 지원된다고 전제한다. 본 프로토타입은 디자인 요소의 데이터 베이스와 초기의 아이디어 스케치를 우선 입력데이터로 하고, 그 후에 행해지는 [아이디어 스케치의 개량]이라는 디자이너의 액티비티를 지원하기 위해 사용되어 진다. 따라서 시스템의 목적은 본 연구에서 사례연구의 예로 들고 있는 손목시계의 디자인 요소중에서 디자이너와 유저와의 감성적 평가의 차이가 크게 발생한다고 여겨지는 밴드 디자인을 제외한 전면 디자인에 대해서 아이디어 스케치의 개량을 위해 이미지 탐색 지원 시스템이 필요하다는 가정에서 이를 지원하는 것이다. 그림 9는 이와 같은 특성을 지닌 본 시스템의 조작 플로우를 나타낸 것이다.

먼저 아이디어 탐색의 사고과정이 한계상황에 도달한 상태, 즉 [사고의 전환]의 단계에서 발상을 지원하기 위해 이미지 탐색 시스템이 구동하게 된다. 디자이너는 현재의 아이디어 탐색이 디자인 요소의 어느 수준에서 발생하고 있는지를 파악하여 검색 수준을 설정한다. 다음 검색 수준이 결정되면 형태, 색상, 위치, 질감 등의 디자인 요소의 속성중에서 검색을 필요로 하는 디자인 속성을 선택한다. 이어지는 단계는 검색 모드의 선택이다. 이 단계에서는 아이디어 탐색 목적에 따라 발산 지원을 위한 모드와 수렴 지원모드를 선택한다. 모드 선택 후 검색 조건을 지정하게 되는데, 이 단계에서는 검색 키워드로 이미지를 선택

할 것인가, 혹은 이미지 화상을 선택할 것인가를 지정하게 되며, 검색의 중시도 혹은 검색 우선도 지정 기능을 통하여 크리스프 검색에서부터 퍼지 그레이드를 조정하는 등 다양한 검색 조건을 지원하게 된다. 검색 조건의 지정이 완료되면 검색 엔진이 구동되어 시스템 자체에 내장된 키워드 결합행렬을 이용하여 퍼지 관련도를 계산하기 위한 시소러스 전개가 이루어지며 최종적으로 검색 조건에서 설정한 파라미터를 충족시키는 검색 만족도가 계산되어 검색자가 원하는 검색 결과를 출력한다. 출력 결과를 판단하여 디자이너는 중복 검색을 할 것인지, 혹은 모드를 변경한 검색을 할 것인지를 판단을 내리게 된다. 이 때문에 퍼지 관련도 결합행렬을 탑재한 퍼지 시소러스는 디자인 요소의 수준별, 이미지 속성별, 검색 모드별로 계층 분류형식으로 작성되게 되며, 시소러스 자체는 수정, 학습, 데이터의 갱신이 용이하도록 고려된다.

이하의 절에서 이와 같은 특성을 지닌 본 프로토타입 시스템의 주요 유니트에 대해 설명한다.

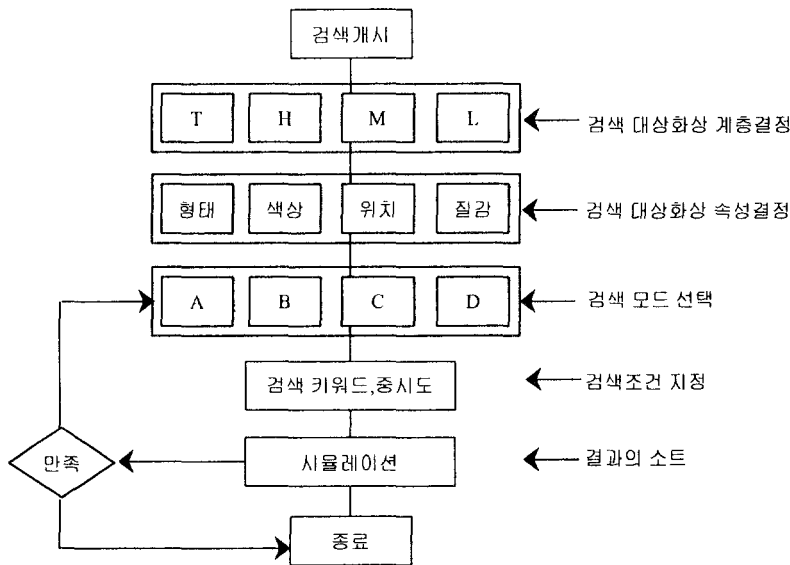


그림 9 이미지 탐색시스템의 조작 플로우

5.2 감성 이미지어 수집 및 반응계측 유니트

본 이미지 탐색시스템에 내장되는 데이터베이스는 사용자 평가 및 반응데이터 데이터베이스, 이미지 화상 데이터베이스, 이미지어 사서 데이터베이스, 퍼지 시소러스 데이터베이스의 합계 4종류의 데이터베이스로 구성된다. 이들 데이터베이스는 시뮬레이션 모듈인 DBMS(Data Base Management System)를 통해 입출력 및 갱신 처리된다. 감성 이미지어 수집 및 평가실험 유니트는 이들 중 이미지어 사서 데이터베이스와 평가 반응데이터를 관리하는 기능을 담당한다. 구체적으로는 감성 이미지어 수집을 위한 인터페이스와, 수집된

어휘를 평가어로, 손목시계 화상을 자극화상으로 상징하여 평가실험을 수행하는 계측 인터페이스의 두 부분으로 구성된다. 이미지 화상 데이터베이스에는 디자인 과정에 사용되어 지는 이미지 화상들로 구축되어 지며, 각 이미지 화상에는 이미지어를 이용하여 계측한 사용자의 감성 평가데이터도 함께 저장하게 된다. 또한, 이미지어 사서 데이터베이스에는 디자인 요소의 감성적 속성, 즉 색, 소재, 형, 레이아웃 등에 대한 감성적 평가치를 저장하게 되며, 이 데이터들을 이용하여 퍼지관련도 결합행렬(퍼지시소러스)을 작성하게 된다. 이상에서 설명한 바와 같은 계측과 반응데이터의 수집은 그림 7에서 제시한 프로세스에 따라 이루어졌으며, 본 연구에서는 5명의 피험자가 응답한 반응치의 산술평균 데이터를 이용하여 퍼지관련도 결합행렬을 작성하였다.

한편 본 연구에서는 프로토타입 시스템의 시뮬레이션을 위해 디자인 요소의 4가지 감성적 속성(색, 소재, 형, 레이아웃) 가운데서 컴퓨터 디스플레이 상에서 계측 가능한 색과 형태를 중심으로 하여 계측 인터페이스 화면을 구성하였으며, 이미지 탐색 시스템의 시뮬레이션 테스트를 위한 실험용 자극으로는 100개의 손목시계 화상을 사용하였는데 그림 10은 그 중의 일부를 나타내고 있다. 그림 11은 감성적 평가를 위해 사용한 이미지어 리스트로서 손목시계의 형태의 평가에 관한 연구⁸⁾로부터 인용하였다. 그리고 그림 12는 반응 데이터를 수집하기 위한 인터페이스의 일부로서, 자극으로 제시하는 손목시계 화상에 대해서 사용자가 느끼고 있는 감성적 이미지에 적합한 이미지어를 우측 화면에 제시하고 있는 이미지어 리스트에서 드래그 앤 드롭 방식으로 선정하는 방식으로 100개의 이미지 화상에 대한 계측실험을 하였다. 실험 중에는 반응 데이터의 수집과정에서 발생하는 바이어를 최대한 제거하기 위하여 자극과 이미지어를 무작위로 디스플레이 화면에 제시하도록 배려하였다.

5.3 퍼지 시소러스 작성 유니트

퍼지 시소러스 작성 유니트는 제4장 제4절에서 제안한 방법에 의해 수집되어진 피험자의 반응데이터를 사용하여 각 이미지어간의 관련도 및 이미지 화상간의 관련도 행렬(퍼지 시소러스)을 자동적으로 생성하게 된다(그림 13). 검색자(디자이너)가 단수 혹은 수 개의 검색어를 입력하고 검색 개시 버튼을 누르면 시스템이 검색어를 시소러스 전개하여 퍼지 검색어군을 생성하게 된다. 이 유니트의 특징으로는 시소러스의 카테고리 마다의 4분할(색상, 형태, 재질, 레이아웃), 어구 관련도(퍼지 그레이드)의 간단한 표기가 가능한 점을 들 수 있다. 유니트는 색, 소재, 형태, 레이아웃의 4개의 분류형 시소러스로 나누어 구성되며 이들 카테고리마다 각기 다른 시소러스가 생성되게 된다. 시소러스를 카테고리마다 분할한 것은 1)시소러스 생성의 고속화, 2)유연한 시소러스 전개, 3)데이터 손상시의 리스크 분산 등을 피하기 위해서이다. 본 시스템은 대단히 많은 데이터 군으로부터 구성되며, 이것을 검색하기 위한 퍼지 색인을 미리 작성해 두는 것은 용이한 일은 아니다. 게다가 시스템의 실용성을 높이기 위해서는 퍼지 시소러스 작성에 있어 매우 많은 어구간의 멤버십 그레이드를 결정하여 링크해 두지 않으면 안된다. 또한 이 유니트에는 이와 같은 시소러스 작성 과정에 있어서의 번잡함을 피하고 보다 간단하게 시소러스를 작성하기 위하여 어휘간, 이

8) Watanabe, M., Developing a system for watch-dial design by using of fuzzy inference, JSSD vol. 41 No. 2, 9-18, 1994

미지 화상간의 분류계층형 시소러스를 작성하는 기능도 내장되어 있다. 따라서 종래의 퍼지 시소러스는 하나의 어구에 대하여 등록 되어 있는 모든 어구에의 어구 관련도를 표기하여 퍼지 표를 작성하여 두지 않으면 안되었으나 본 본 유니트에서는 관련되어진 어구간만의 관련도를 구하도록 설계되어 있기 때문에, 이미지 어휘의 추가 및 삭제가 용이하며, 대량의 이미지 어휘의 입력이 가능하여 검색상의 실용성이 뛰어나며, 검색자체를 고속화할 수 있는 장점을 지니고 있다. 또한 퍼지 시소러스는 4개의 분류형 뿐 아니라 평균 집단별, 각 개인별로도 생성할 수 있게 되어 감성의 개인차나 집단적인 경향을 함께 분석할 수도 있다. 다음 절에서 설명하는 시물레이션 유니트에서 이와 같이 검색 목적에 따라서 피험자 개인 별, 혹은 성 별, 연령별로 작성된 시소러스를 전개하여 시물레이트 하기 위한 다양한 인터페이스가 내장되어 있다.

5.4 시물레이션 유니트

이미지 탐색 시스템은 디자이너가 새로운 아이디어를 탐색하기 위한 사고과정을 다양한 방법으로 지원할 수 있는 인터페이스 환경을 제공할 필요가 있다. 그러기 위해서는 검색과정과 그 결과를 이용한 시물레이션이 통일된 인터페이스 환경하에서 이루어지는 것이 바람직하며, 시물레이션이 자체도 고속으로 이루어 져야 한다. 또한 이미지 검색 정보 이외에도 사용자 개인 혹은 표준집단의 평가에 대한 기초 통계량의 표시, 이미지 맵에 의한 이미지어 표시, 각 디자인 요소의 유사도 분석 등을 위한 인터페이스가 GUI베이스의 환경하에서 제공됨으로써 시스템 자체의 실용성을 대폭적으로 확장 시킬 수 있게 된다.

이와같은 요건을 충족 시키기 위해 시물레이션 유니트는 검색과 비주얼 시물레이트의 두 가지 인터페이스로 구성되어 있다. 먼저 검색 인터페이스에 대해서 설명한다. 여기에서는 검색 대상이나 검색 모드의 선택, 검색 조건의 설정, 검색 모드간의 내베게이션 등의 제어가 이루어진다. 또한 검색자가 검색조건으로 입력한 파라미터를 이용하여 시소러스의 전개나 검색결과의 가시화 조작이 이루어진다. 검색 대상의 선택은 수목구조로 표현한 각 디자인 요소를 임의로 선택 함으로써 수행된다. 구체적으로는 검색 대상 전체를 4개의 카테고리 [형, 색, 소재, 레이아웃]로 분류하여 이들에 대해 각 각 검색을 지정할 수 있도록 허용함으로써 검색자가 다음 단계의 검색 대상을 용이하게 지정할 수 있도록 고려하고 있다. 또한 검색 조건의 설정은 검색 중시도를 적절하게 설정하는 것에 의해 이루어진다. 디나아가 검색 결과에 대한 만족도를 퍼지 그레이드로서 지정할 수 있게 함으로써 보다 상세하게 디자이너의 검색의도를 반영한 검색결과를 출력할 수 있도록 안배되어 있다. 그림 14는 이와 같은 검색 조건과 중복 검색을 조작하기 위해 설계된 인터페이스 화면이다.

다음으로 비주얼 시물레이션 유니트에 대해서 설명한다. 이 인터페이스는 디자이너의 검색 요구에 따라 검색되어진 결과를 이용하여 디자이너가 새로운 발상의 계기를 찾을 수 있도록 다양한 형태로 시물레이션하기 위한 인터페이스이다. 검색 결과는 디자이너의 발상을 용이하게 하기 위해 그래프에 의한 표현, 2차원 이미지 맵에 의한 표현, 퍼지 그레이드별 이미지 화상 및 이미지어의 가시화 등 다양한 형태의 시각적 표현에 의해 제시되며(그림 15, 16, 17), 검색자는 이러한 출력 데이터들을 이용하여 시물레이트 해 봄으로써 다음 단계에서의 탐색전략을 용이하게 세울 수 있게 된다. 그러나 본 시스템에서는 디자이너의 아이디어 발상과정을 보다 유연히 지원하기 위해 시물레이션의 전략까지는 고려하고 있지 않다.



그림 10 이미지 탐색시스템의 시뮬레이션을 위해 사용된 이미지 화상의 일부

alluring	balanced	bold	brilliant	casual	charming	chic
child like	classic	clean	clean and fresh	clear	colorful	compact
dandy	dapper	decorative	dignified	distiking	dressy	dynamic
elegant	enjoyable	extravagant	familiar	fashionable	feminine	fleet
formal	fresh	friendly	gente	gorgeous	graceful	hard
harmony	heavy and deep	intense	interesting	liking	luxunous	metallic
mild	modern	natural	noble	nostalgic	old-fashioned	placid
plain	polished	practical	precise	pretty	progressive	provocative
pure	refined	refreshing	repetition	restful	romantic	sharp
showy	simple	simple and appealing	smart	smooth	sober	soft
speedy	sporty	sturdy	symmetry	traditional	trifling	urbane
vigorous	vivid	western	wild	youthful		

그림 11 이미지화상 평가를 위해 사용된 이미지어 리스트

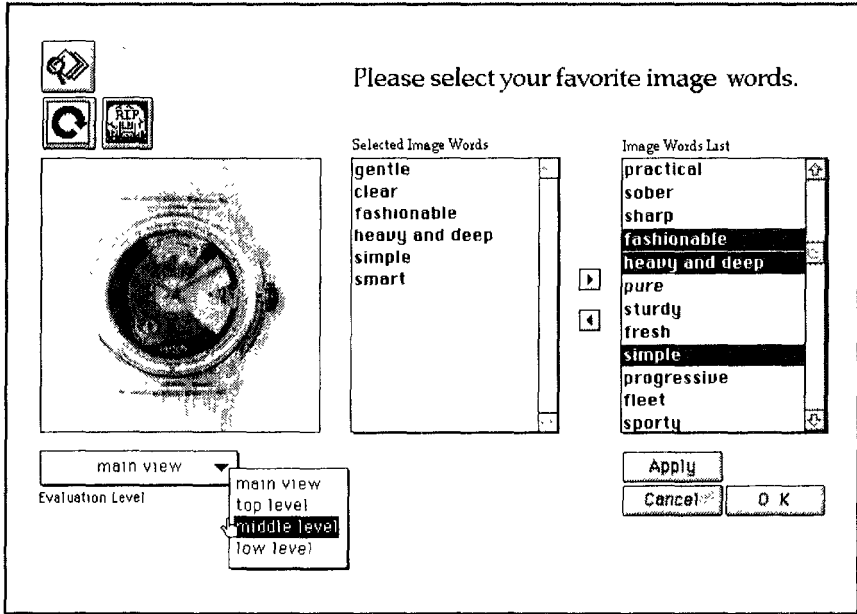


그림 12 반응데이터 수집을 위한 인터페이스 화면의 일부

Fuzzy thesaurus

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.10	0.12	0.25	0.00	0.08	0.00
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.11	0.00	0.00	1.00	0.14	0.30	0.10	0.09	0.00	0.00	0.30
0.00	0.00	0.00	0.14	1.00	0.13	0.07	0.07	0.06	0.05	0.40
0.10	0.08	0.12	0.30	0.13	1.00	0.09	0.08	0.00	0.06	0.30
0.12	0.00	0.00	0.10	0.07	0.09	1.00	0.10	0.08	0.07	0.10
0.25	0.00	0.00	0.09	0.07	0.08	0.10	1.00	0.00	0.07	0.10
0.00	0.08	0.00	0.00	0.06	0.00	0.08	0.00	1.00	0.06	0.00
0.08	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06	0.07	0.07	0.06	1.00	0.10
0.07	0.06	0.00	0.38	0.47	0.36	0.13	0.12	0.05	0.10	1.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	0.00	0.00	0.09	0.00	0.18	0.22	0.09	0.00	0.33	0.00
0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.07	0.06	0.00
0.06	0.05	0.00	0.17	0.04	0.22	0.11	0.11	0.00	0.00	0.10
0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.15	0.00	0.00

Song ho
25-30
male
Elegant
Smart
FuzzyList
eun joo
soo jeong
hye young

그림 13 퍼지 관련도 결합행렬의 일부

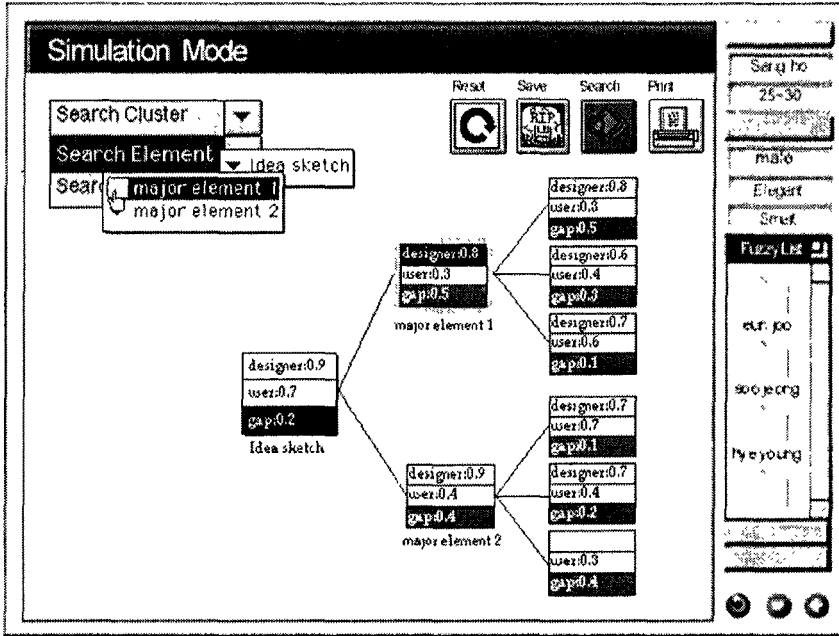


그림 14 시뮬레이션 화면

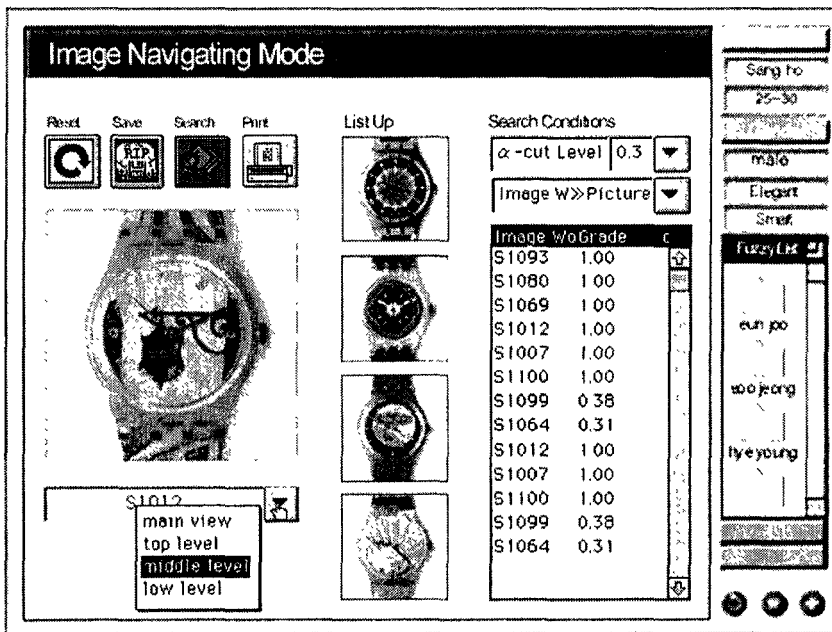


그림 15 검색결과 피드백 화면(어휘를 이용한 검색화면)

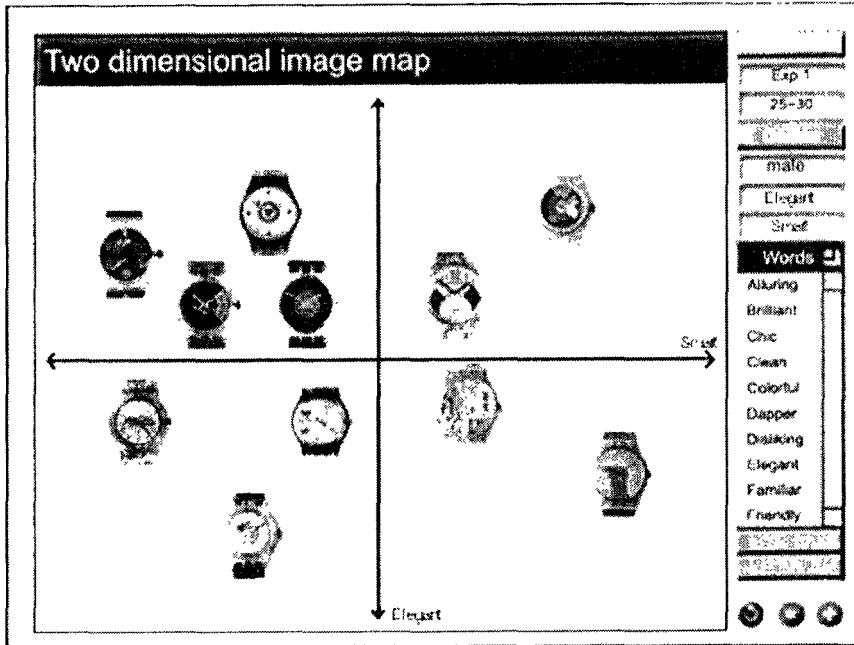


그림 16 검색결과와 피드백 화면(이미지 화상을 위한 2차원 가시화)

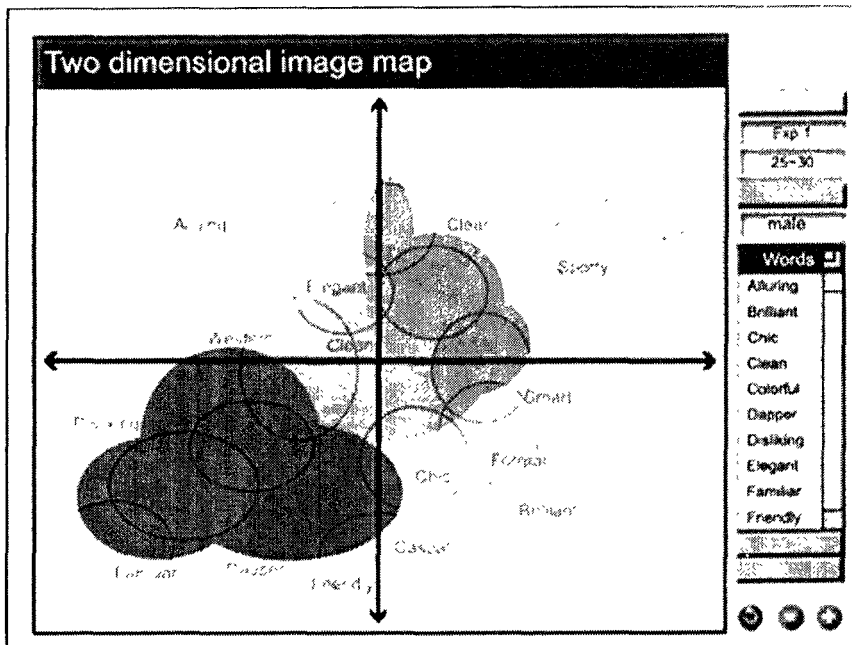


그림 17 검색결과와 피드백 화면(이미지 어휘이용 2차원)

6. 결 론

발상 지원은 디자인이나 상품개발 분야에 있어서 시대의 키워드로 되어가고 있으며 그 필요성은 점차 증가 하고 있다. 이것은 디자인이 무에서 유를 창조해 내는 행위라는 것 뿐만 아니라 인간을 둘러싸고 있는 인공물이 설계공학적 관점만으로는 외관을 결정지을 수 없다는 것에서 기인하고 있다. 디자인의 목표는 사용자의 감성적 욕구(아름답다, 알기쉽다, 사용하기 편하다)를 충족 시키는 것이며, 디자인은 현상으로부터 사용자의 요구를 파악하고 하나의 개념으로서의 언어로 표현하는 것에서 부터 출발한다. 또한 추상적인 언어로 표현한 디자인 컨셉을 눈으로 확인할 수 있는 실제적 형태로서 구체적으로 브레이크 다운해 가는 것이다. 즉, 개념적 언어에서 실제적 형태로 구현해 가는 과정속에서 항상 사용자의 감성적 측면에서의 속성을 결정하기 위한 형태로 전개 시켜가지 않으면 안된다. 이 과정속에서의 모든 단계에서 분기점이 기다리고 있으며 그 때마다 발상지원이 필요로 하게 된다. 본 연구에서는 이와 같은 디자이너의 사고 프로세스를 촉진 시키기 위한 발상 지원을 목적으로 이미지 탐색 시스템을 제안하였으며, 이 시스템에는 사고 과정이 한계에 도달한 상황, 즉 아이디어 발상이 한계에 이르렀을 때의 주 원인인 [발상자의 고정관념]을 타파하고 발상자에게 새로운 이미지의 세계를 구축하게 하는 것을 목적으로 하고 있다. 따라서 발상지원 방법 중에서는 주로 언어와 이미지 화상을 발상의 실마리로 제공하려는 점에 착목한 연구라고 할 수 있으며, 단순히 화상만을 제시하는 비주얼 데이터베이스가 아닌 사용자의 이미지 인지의 공통개념에 기초로 둔 이미지의 세계를 확장시키기 위한 이미지 데이터 베이스인 점을 특징으로 하고 있다. 구체적으로는 감성지향 제품 디자인에 있어 이미지 탐색을 지원하는 시스템을, 디자인에 사용되어진 이미지화상과 디자인에 대한 평가를 부여하는 인상어와의 관련도 정보에 기초를 두어 구성하는 방법을 제안하였다. 시스템에서는 이미지의 탐색과정을 반복적으로 지원하게끔 되므로 그것을 원활히 행할 수 있게끔 프로토타입 시스템에서는 모든 절차를 공통의 인터페이스에서 행할 수 있도록 실장하고 지원 시스템의 유저 인터페이스를 일관성있게 설계 하였다.

프로토타입 시스템의 시뮬레이션을 실시한 결과 다음과 같이 시스템의 성능을 확인하였다. 우선 발산적 사고와 수렴적 사고를 원활하게 지원하도록 고안된 이미지어간, 이미지 화상간, 그리고 양방향간 등의 4개의 모드로서 검색 및 네비게이션이 유연하면서도 고속으로 수행되는 것을 확인할 수 있었다. 다음으로 데이터 수집-퍼지 시소러스의 생성-검색결과 출력 등이 고속으로 이루어지는 것도 확인하였다. 끝으로 디자이너의 사고 프로세스 특징에 유연히 대처 가능한 다양한 형태의 중복 검색 알고리즘의 선택, 사용자 개인의 감성적 평가 데이터를 이용한 퍼지 시소러스의 자동 생성, 검색 결과를 이용한 다양한 형태의 분석 인터페이스 화면의 제시, 검색 조건에 있어서 퍼지 그레이드 설정에 따른 의사결정 지원 기능 등을 내장 함으로써 시스템의 신뢰성과 실용상의 장점을 확인 할 수 있었다.

이 후의 남겨진 과제로서 다음과 같은 점을 들 수 있다. 본 시스템에서는 데이터베이스의 기본이 되는 데이터의 취득이 용이한 점과, 데이터 취득-퍼지시소러스 생성-검색결과 제시까지의 일련의 프로세스를 고속으로 실행하는 것에 큰 특징이 있으며 이들의 기능을 발전시킴으로써 데이터베이스의 갱신이나 증식을 지능적으로 행할 수 있는 시스템을 구축할 수 있다. 따라서 데이터베이스의 갱신 및 증식이 불가피하며 향 후 이러한 동적 데이터베이스 구축을 위한 연구를 수행할 예정이다.

참고문헌

- 1) Hiroko Shoji, 「Decision-making Support System for Taste-oriented Products」, Proceedings of the 2nd symposium on Intelligent Information Media, 267-272, 1997
- 2) Kitajima ,M. and Kim, D.: 「A design support system based on uncertain evaluation process in kansei.」, In nagamachi(Ed),Kansei engineering I. Kaibundo, 104-112,1997
- 3) Kitajima, M. and Kim, D.: 「A dual mapping model and its application to a design support tool」,13th fuzzy symposium, June 4-6, Japan society for fuzzy and systems, 1997
- 4) Nohuchi H., 「An Approach to the Design Thinking Process by Experimental Method」, Bulletin of JSSD, Vol43 No. 1, 1996
- 5) Nohuchi H., 「An Approach to the Design Thinking Process by Experimental Method」, Bulletin of JSSD, Vol43 No. 1, 1996
- 6) 일본퍼지학회, 「퍼지 데이터베이스와 정보검색」, 일간공업신문사(일), 1993
- 7) Watanabe, M., 「Developing a system for watch-dial design by using of fuzzy inference」, JSSD vol. 41 No. 2, 9-18, 1994
- 8) Akio Utsugi, 「Human Interface for Kansei Measurement」, 8th Symposium on Human Interface, 227-232, 1992
- 9) Hironari Nozaki, 「Information Retrieval Method of Fine Arts Data Base System on Internet」, 13th Fuzzy symposium, 751-752, 1997
- 10) Yoshine Katsumi, 「Fine Arts Data Base based on Internet」,13th Fuzzy symposium, 753-754, 1997
- 11) 나가마치 미츠오, 「퍼지화 제품개발의 기초와 실제」, 해문당, 1991
- 12) 국제 퍼지공학 연구소, 「퍼지사고에 의한 지적정보처리」,컴퓨터 에이지사(일), 1995
- 13) 일본퍼지학회, 「퍼지 전문가 시스템」, 일간공업신문사(일), 1993
- 14) 아사히 키요지, 「퍼지과학」,해문당(일), 1994