

사용자의 시각적 인지 특성에 기초한 시선추적 분석 방법에 대한 연구  
-제품 디자인을 위한 분석 프레임 개발을 중심으로-

A Study on the Method of Eye Tracking Analysis Based on the Properties in Visual  
Perception of User

-With Emphasis on the Development of Analysis-Framework for Product Design-

최민영(Choi, Min Young)

한국과학기술원 산업디자인과

## 1. 서론

## 2. 시지각과 시선분석 방법의 고찰

- 2-1. 시지각의 개념 및 원리
- 2-2. 시지각의 프로세스
- 2-3. 시지각 측정의 원리 및 방법
- 2-4. 시선 추적 데이터의 특성

## 3. 제품디자인을 위한 사용자의 시지각 분석

- 3-1. 인지적 관점의 제품 디자인
- 3-2. 사용자 시지각 분석의 개념 및 필요성
- 3-3. 제품의 시지각 분석 모델
- 3-4. 제품의 시지각 분석 특성

## 4. 시선추적을 통한 제품의 시지각 분석 방법 개발

- 4-1. 제품의 시선운동 분석 방법의 고찰
- 4-2. 고정점 분석과 시선 운동 분석
- 4-3. 시선분석의 기본원리
- 4-4. 시선 분석의 가이드라인
- 4-5. 제품 디자인의 시선 분석방법 적용

## 5. 결론 및 금후연구과제

## 참고문헌

### (要約)

최근 디자인의 주요관심사로서 인터페이스와 인지공학에 대한 연구들이 사용자와 제품을 분석하는 디자인 방법으로 많은 주목을 받고 있다. 그러나 기존의 연구들은 언어적인 방법론에 기초를 두고 있기 때문에 디자이너가 시각적인 구현을 목적으

로 할 때 많은 어려움을 가지게 되며, 특히 언어적인 서술과 요구들이 시각적 요소로서 전환될 때 많은 오류와 왜곡이 발생한다. 결국 디자이너는 사용자와 제품의 시지각 모델에 대한 이해를 필요로 하며 시각적 방법에 분석도구를 요구한다. 본 연구는 분석의 도구로서 시선추적방법을 활용하며, 제품 디자인에 적용하기 위한 분석의 프레임과 구체적인 측정/해석 방법의 개발을 목표로 한다. 이를 위하여 시지각의 특성과 프로세스에 대한 이해를 통하여 분석도구의 개발을 위한 프레임 설정하며, 구체적인 방법의 개발을 위해 고정과 탐색의 시선추적기술을 논의한다. 또한 기초적인 제품시험을 통하여 시선추적방법의 분석 프로세스와 적용의 가이드라인을 제시하고, 장단점을 파악한다. 본 연구는 4가지의 단계로 수행되며, 첫째 시지각의 이론과 제품에 대한 기초조사를 실시하며, 둘째로 구체적인 실험 및 방법을 설정한다. 셋째로 실험을 통하여 고정과 탐색의 데이터를 측정하며, 기초 데이터의 분석 틀을 마련한다. 넷째로 분석결과를 시각적 의미로 해석하는 프레임 설정한다.

### (Abstract)

Nowadays, the studies on interface and cognition-engineering has become issues of general interest as newly design-methods which analyze the behavior of user on products. However existing studies were mainly done with verbal-centered method which made it difficult for the designer to apply for visual realization. Moreover many mistakes and noises are taken place whenever the designer converts verbal statements and needs of user into visual factors. Therefore the designer needs to analyze visual perception on user and product as visual-centered methods. This study applies the eye tracking method as analysing-instrument and aims to develop the analysis-framework, the concrete techniques of measurement and the application for the product design. At first the nature and the process of visual perception on products are reviewed for developing analysis method. Then the technique of eye tracking and the meaning of fixation and movement are discussed to specify the concrete method. The basic experiment of product can reveal general analysis process, advantage and guideline for the application of eye tracking method. The Study is performed through the following 4 steps ; to pre-research into product design and visual perception theory ; to identify the concrete experiment method ; to measure the fixation/movement data and analyze the raw data ; to convert the result of analysis to the visual framework. Finally the major findings and the limits of the study are suggested and summarized.

### (Keyword)

Product Design, Visual Perception, Eye Tracking-Fixation and Movement

## 1. 서론

최근 디자인의 주요 관심사로서 감성공학과 인터페이스 인지공학 분야에 관련된 연구들이 주목되고 있다. 이것은 디자인에서 사용자의 제품에 대한 반응과 태도가 매우 중요하다는 것을 시사하며, 이 때문에 디자인은 제품에 대한 사용자의 가치와 요구, 아이디어, 컨셉 등을 하나의 기호로 전환시키는 프로세스로서 정의 할 수 있다. 그러나 사용자가 의미하는 가치와 요구를 파악하는 기존의 대부분 방법들은 언어적인 수단을 통하여 이루어진다. 그 과정에는 많은 오류가 발생하고 디자인에는 이러한 문제를 해결하기 위하여 설문조사, 제품의 미 분석/프로토타입 분석 등의 다양한 방법을 사용한다. 그러나 이러한 방법들도 언어적인 분석에 기초하고 있으며 이러한 문제를 해결하기 위하여 다양한 방법의 관찰 기법과 인지/감성 분석기법들이 도입되고 있다. 이러한 다양한 방법들 중 시지각 분석 특히 시선추적장치를 활용한 분석기법은 매우 유용하게 활용될 수 있는 디자인 도구이다. 본 연구는 사용자가 시각적으로 제품을 인지하는 과정을 분석함으로써 사용자의 제품에 대한 사용자의 요구와 가치를 가시화하는 방법과 구체적으로 디자인에 적용할 수 있는 시선추적분석의 방법을 개발하는데 중점을 두어 기존의 방법이 가지는 언어적인 한계와 형태적 표현의 어려움을 극복하고, 디자인 과정에서 발생하는 오류와 변형을 최소화하여 사용자가 요구하는 가치를 제품으로 구현할 수 있는 방법을 개발한다. 즉, 시선추적분석을 제품 디자인에 응용하기 위한 방법을 개발하며 적용의 타당성과 해석 및 통합의 가이드라인을 마련한다.



[그림 1-1] 시지각 분석의 필요성 및 목적

## 2. 시지각과 시선분석 방법의 고찰

### 2-1. 시지각의 개념 및 원리

사용자의 시선분석과 디자인의 적용을 위해서는 우선 시지각의 특성을 살펴보아야 한다. 시각 인지의 생물학적 과정은 눈의 각막과 수정체를 통한 사물의 투영, 뇌에서 동일하게 이루어지는 시각정보의 단순 해석, 우반구의 뇌에서 이루어지는 고차원적인 해석의 과정으로 요약되며, 3차원의 입체들은 결국 이런 과정을 통하여 2차원으로 변환된 후 다시 3차원의 정보로 재해석된다. 이과정의 오류를 이용한 것이 착시현상으로서 시지각의 주요 연구대상이 된다. 레오나르도 주네 (Leonard Zusne)는 시각 정보를 공간의 깊이와 색상, 그리고

크기의 3가지 요소로 분류하였다. 이것은 형태의 기본 구성 요소와 비슷하며 각각 위치, 구조, 크기, 색상으로 대응된다. 이외에도 게쉬탈트 학파는 배경(ground)과의 유사성 및 차별성도 중요한 4번째 요소로서 작용한다고 설명하고 있다. 디자인의 시각화는 이러한 시지각의 기본원리에 바탕을 두고 있으며, 얻어진 시각정보가 해석되는 과정은 매우 복잡하게 이루어진다. 시각적 판단과 논리는 독특한 사고의 활동으로 독립성을 가지게 되고, 시지각은 시각적 사고를 내포하고 있다. 특히 아른하임과 짐슨(Gibson)이 밝혀낸 시각적 사고의 특성은 다음과 같다.

- 시지각은 수동적(Passive) 수용과 능동적(Active)인지로 나누어진다.
- 인지와 사고는 상호작용 한다.
- 시각은 원리의 원형이며 근원이다.
- 지각은 목적성(Purposive)과 선택성(Selectivity)을 가진다.<sup>2)</sup>

위에서의 여러 견해들은 시지각이 정신의 능동적인 측면을 반영하는 감각이며, 선택적인 인지 지각이고, 문제 중심적임을 보여주고 있다. 시지각은 단순한 시선운동뿐만 아니라, 본질적으로 문제의 해결을 위한 선택적이고, 능동적인 지각을 의미한다. 이는 기본적으로 제품과 디자인에 있어서 사용자의 시선을 분석할 경우, 능동적이며 선택적인 분석구조가 필요하다. 이는 방법론적 측면의 제한점을 의미한다.

위에서 논의된 시지각의 선택적이고 능동적인 특성은 고정-탐색이라는 두 가지 프로세스에 의하여 구현된다. 즉 시지각의 가장 단순한 프로세스는 고정과 탐색의 반복에 의하여 이루어진다. 이때, 탐색은 시각적 문제 해결을 위한 안구운동의 단계이고, 고정은 단순한 안구의 운동과 시각적 사고의 분기점이 되며 문제의 해소를 의미하는 단계가 된다. 시각의 고정은 가장 단순한 문제해결의 재구성작용이며 사고와 인지의 분기점을 지시하게 된다. 이때 탐색은 의도적으로 이루어지지만, 고정은 자신의 인지모델에 따라 자동적으로 이루어진다.



[그림 2-1] 고정과 탐색의 현상

### 2-2. 시지각의 프로세스

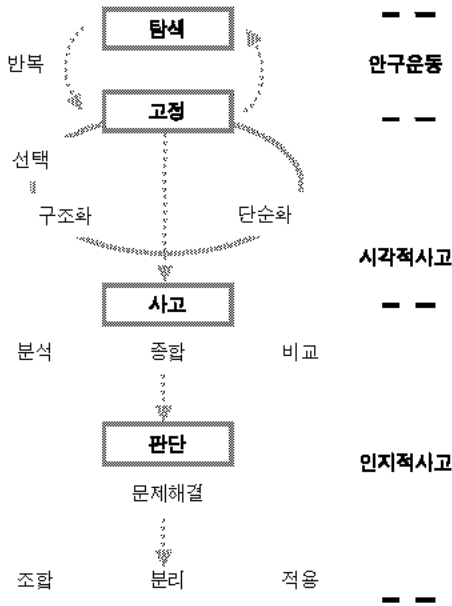
앞에서 제시된 시지각 탐색과 고정의 프로세스는 전체 시지각 중 시각적 문제 요소의 발견에 중심이 맞추어져 있다. 이때

2) Leonard Zusne, *Vision and Visual Perception*, John Wiley & Sons Inc, p.23, 1965

3) Rudolf Arnheim, *Toward a Psychology of Art*, California Press, p32, 1966

1) Nibert Hammer and Stefan Lengyel, 'Do we Perceive What the Design Express', *Semantic Vision in Design*, UIAH, p12-14, 1990

고정의 단계는 선택과 핵심의 이해라는 두 단계로 세분화되며, 단순화, 구조화, 군집화의 단계를 이르고 전체적인 시지각 프로세스는 [그림 2-2]와 같다. 각 단계는 탐색, 고정, 사고, 판단으로 구분되며, 특히 탐색과 고정은 반복적인 프로세스로서 시각적인 자극과 환경에 많은 영향을 받지만, 사고와 판단은 인간의 인지모델에 따른 유형화와 문제의 해결에 중심이 맞춰진다. 이 과정에서 고정과 탐색을 하나의 단계로 구분하면 전체 프로세스는 3가지로 나뉜다.



[그림 2-2] 시지각의 프로세스<sup>4)</sup>

프로세스 상에서 세부적인 각 단계의 역할과 특성은 다음과 같이 설명된다.

### 안구운동

- 시각적 탐색 : 문제의 해결을 위한 시각적 요소를 탐색한다. 탐색은 현상적으로 시각운동의 궤적과 순서에 의하여 나타난다. 특히 탐색은 숨겨진 구조와 외각선의 요소에 의하여 가장 큰 영향을 받는다.
- 시각요소의 선택 : 탐색의 과정을 통하여 시각요소를 선택적으로 수용한다. 선택은 문제해결의 중심점을 발견하려는 목적에 의하여 이루어지며 구조에서의 군집을 만드는 역할을 한다.
- 시각의 고정 : 선택과 탐색의 반복으로 문제 핵심을 발견한다. 발견된 핵심요소는 인력의 중심을 이루며 기능적 시각적인 배치에 있어서의 기저점의 역할을 하게 된다.

### 시각적 사고

- 구조화, 단순화, 군집화 : 시각요소를 본질적인 형태 구조로 파악하며, 기본도형으로 단순화한다. 단순화는 디자인에서의 기본 제한사항으로서 작용하며, 인지적인 형태 역

시 초기에는 단순성에 기초를 둔다. 단순화의 과정은 각 요소의 군집화를 촉진하며, 궁극적으로 요소의 군집화는 고정의 완료를 의미한다.

### 인지적 사고

- 분석(Analysis) : 구조와 형태를 분석하여 구성요소의 특성을 구체화한다. 분석은 분류를 동반하며 개념적인 단계에서 이루어지는 기능적 분류와 시각 상에서 이루어지는 시각적 분류를 통하여 종합적인 분석을 하게 된다.
- 종합(Synthesis) : 분석된 각 구성 요소가 종합된 형태로서 작용하며 다시 요소들은 단순한 요소에서 복잡한 실체의 형태로 전이된다.
- 비교(Comparison) : 구성 요소간의 상관관계와 특성의 비교, 전체 형태와의 관계를 파악하며 분석과 종합의 결과가 문제 해결 방법으로 전환되도록 돕는다. 동시에 시지각의 과정에서 발생하는 오류를 이전의 지식을 바탕으로 수정하며 정보를 가공한다.
- 문제해결(solution) : 시각적 문제를 해결한다.
- 조합(Combining), 분리(separation), 적용(Putting) : 시각적 문제를 해결한 후에 이러한 시각적 지식을 결합하고 분리한 후 자신의 기억에 저장하여 정보화 한다.

프로세스 상에서 직접 디자이너가 관찰하고 분석할 수 있는 현상적 부분은 시선추적부분이며, 시선운동의 분석을 통하여 제품의 시각적 특성을 발견할 수 있게 된다. 안구운동은 실제 안구 운동 측정기에 의하여 측정이 되며, 측정 데이터는 시각적 사고와 인지적 사고의 원리에 의하여 해석된다.

### 2-3. 시지각 측정의 원리 및 방법

시지각 측정은 실험심리학 분야에서 1950년대에 처음 도입되었고, 그 후 비행기 항법장치, 교통광고, 예술의 분야에서 많은 활용이 있었다. 인간의 눈은 대상물의 각 요소에 시선을 고정하는 동안 100-300ms의 짧은 시선의 정지를 유지하면서 지속적인 운동을 계속한다. 이러한 짧은 시간 동안의 시선 정지가 바로 고정(fixing)이다. 이 고정의 짧은 순간에 정보의 처리가 이루어지며 이때 안구의 망막중앙이 가장 명확한 조망을 가지게 되며 그 각도는 1.5-2.0도이다. 즉 복잡한 사물은 몇 개의 단일한 고정에 의해 주시된다. 고정점 사이의 연결은 눈의 탐색 경로를 지시하며 사물의 시지각 측정은 고정점과 탐색경로를 찾아내는데 목적이 있다. 눈은 고정과 탐색의 운동 외에도 단속적(saccadic) 운동을 한다. 단속적 운동은 각 고정점 사이의 빠른 이동과 눈동자의 깜박임, 안구자체의 미세한 떨림을 의미하며 이 동안 실제 시각적 정보의 처리는 이루어지지 않고, 억압된다. 시지각의 측정은 단속적 운동을 제거하고 고정과 탐색의 운동만을 찾아내는데 목적이 있으며, 고정과 탐색경로를 통하여 시지각 특성과 분석의 정보를 찾아낸다.

고정점과 탐색경로의 측정에는 많은 방법이 사용되어 왔다. 단순히 눈동자의 움직임을 비디오로 촬영하여 시선을 예측하는 방법, 망막에 광선을 쬐서 굴절을 조사하는 방법, 최근에는 망막의 흰 부위와 검은 부위에 광선을 투사한 후 반사되는

4) Rudolf Arnheim, *Visual Thinking*, California Press p223-275 요약, 1969,

빛의 경계를 측정하는 기술이 이용되고 있다. 각막경계 반사법은 가장 최근에 이루어진 방법으로 현재 가장 보편화되어 있다. 각막경계반사법은 각막상의 흰자위와 검은자위의 경계에서 생기는 명암의 차이를 이용하여 안구이동의 경로를 파악하게 된다. 특히 다른 방법과는 달리 실험자에 따라 변경이 용이하며, 눈의 깜박임이나 자연스러운 단속적 운동의 영향을 적게 받는다. 각막의 경계는 비디오에 의한 측정방법과 적외선 반사의 두 가지 방법이 있으며 본 논문에서 사용되는 EMR-600은 각막경계반사법을 이용한 것으로 측정된 안구의 움직임은 조망 각도를 설정하여 실제의 사물의 형상과 결합되어 사용자가 주시하고 있는 사물의 영상 내에서 고정점을 탐색하게 해준다.



[그림 2-3] 시선추적장비 EMR

## 2-4. 시선 추적 데이터의 특성

시운동측정 후 분석 도구에서 받아들이는 데이터들은 분석의 구체적인 방법과 해석/응용을 위한 기본 자료이며 시지각 측정의 기본 개념을 반영하고 있다. 따라서 데이터의 본질적인 원리와 의미를 파악하는 것이 중요하며, 사용자의 시지각에 따라 해석하며 분석해야 한다. 데이터는 측정에 의해 생성되는 현상적인 결과이며, 분석 및 적용방향을 설정할 수 있도록 해준다. 데이터구조는 안구 운동 데이터, 조망이미지, 고정점, 고정점의 패턴, 운동의 방향 및 속도의 5가지로 분류되며 각각의 특성은 다음과 같다.

- 안구 운동 데이터 : 시각주시 운동이 센서를 통해 인지된 후, 안구의 운동을 통하여 주시지점이 직교좌표, 혹은 각도좌표로 계산된다. 주시지점과 센서의 거리를 입력하면 이 측정치는 주시평면의 좌표로 표시된다. 이때의 주시평면의 시각적 주시지점이 기본 데이터가 된다.
- 조망 이미지 : 사람이 테스트 시에 시각의 대상이 되는 이미지를 말한다. 시각운동의 데이터는 이미지와 결합되어 분석된다.
- 고정점 : 시각주시의 중심이 되는 지점을 의미하며 지정된 단위시간과 단위범위 동안 시선이 집중되고 이 고정점은 눈의 주시의 이동에 따라 새로이 생겨난다.
- 고정점의 패턴 : 시각고정 지점의 데이터 그룹에서 시작점을 데이터의 기본으로 삼은 주시패턴과 시각고정 지점의 데이터 그룹에서 고정점의 중간점을 데이터의 기본으로 삼은 주시패턴이 생성된다.
- 운동 방향 및 운동 속도 : 운동 방향은 처음 고정지점과 두 번째 고정지점사이의 방향과 거리를 지시하는 값이다. 운동 속도는 거리를 시간으로 나누어 운동의 속도를 표시한 값이다.

## 3. 제품디자인을 위한 사용자의 시지각 분석

### 3-1. 인지적 관점의 제품 디자인

디자이너가 제품 디자인을 완성하는 과정은 연역적인 디자인 목표설정의 단계와 귀납적인 조형화 단계로 나누어진다. 목표 설정의 단계에서는 제품 자체의 속성과 디자인에 영향을 주는 요인을 파악하며 이러한 내용을 바탕으로 하여 사용자가 기존 제품을 평가하거나 인지하는 과정을 분석한다. 이 단계에서 디자이너는 사용자의 인지모델과 사용자의 요구 가치를 파악하게 된다. 조형화 단계에서는 파악된 인지모델과 요구가치를 실제 디자인으로 구현할 수 있는 요소로 변환하고 종합 적용하게 된다. 이때 디자이너는 언어적 방법과 설명적 분석을 통하여 디자인의 목표를 설정한다. 이견표는 이러한 두 가지 단계를 이미지 평가와 디자인 구현이라는 두 가지 단계로 구분하였다.<sup>5)</sup> 목표설정의 단계는 인간이 이미 알고 있는 지식(인지, 학습, 사회의 상호작용, 생산, 소비, 기호)에 대한 간접현상 즉 무엇인가 요구를 적용하여 주위의 제품 환경을 바꾸려는 의지가 중요시된다. 이것은 새로운 디자인을 이끌 수 있는 이해와 실행의 기초가 되며 성공적인 디자인의 바탕이 된다.<sup>6)</sup> 그러나 디자인 목표는 매우 관념적으로 정의되며, 이러한 관념이 실제화하려면 단순히 기술적 지식과 인지모델의 이론뿐만 아니라 실현 가능한 목표의 구체적 디자인 요소로서 전환이 필요하다. 때문에 좀더 구체화된 목표의 정의를 위하여 인지분석과 관찰 등의 인지 실험(Perception Experiment)이 필요하게 된다. 특히 제품 디자인에 대한 잘못된 인식 중 하나는 디자인이 단지 제품의 표면조작에만 얽매어 있다는 사실이다. 디자인의 실제적인 측면은 단지 표면뿐만 아니라 행동과 이것의 인지 이해를 포함하는 보다 넓은 영역이다. 이때의 인지에 대한 이해는 언어적 분석이 아니라 실험적 분석을 통하여 이루어진다. 제품 디자인의 전략은 제품과의 인터페이스 실험을 통한 사용자의 이해와 이해에 대한 효과적인 해석을 통하여 수립된다. 즉 디자인은 표면, 시각적인 측면뿐만 아니라, 그러한 것에 대한 본질적인 이해와 관계되어 있으며 이 때 본질적인 이해란 물질적인 문제와 인간의 행동에 대한 이해와 연습을 포함하며, 동기와 인간의 본성에 초점이 맞추어진 것이다.<sup>7)</sup> 이러한 제품디자인에 대한 개념의 변화는 디자인상의 새로운 패러다임을 생성하고 있으며, 인지적 접근의 중요성을 강조하고 있다.

### 3-2. 사용자 시지각 분석의 개념 및 필요성

디자인은 인지적 측면의 실험 분석과 언어적 분석, 그리고 형태적 적용이라는 측면에서 이루어질 수 있으며, 이러한 디자인 개발의 일반적인 방법론은 크게 3가지로 나뉜다. 첫째는 존재하는 실체를 평가하는 것, 둘째는 향상된 새로운 제품의 도입결과를 예측하는 것, 셋째는 디자이너의 의도를 구체화시키고 실현시키는 시스템적인(전문적인) 방법을 세우는 것이다.

5) 이견표, "감성의 이미지평가와 이의 디자인 구현 프로세스에 관한 연구", *산업디자인*, Vol.24, No.128, P78, 1993

6) Seppo Vakeva, *Product Semantics 89 Conference*, UIAH, p153-56, 1990

7) Klaus Krippendorff, "A Triangulation and For Design Theory", *Product Semantics, '89 Conference*, UIAH, p33, 1991

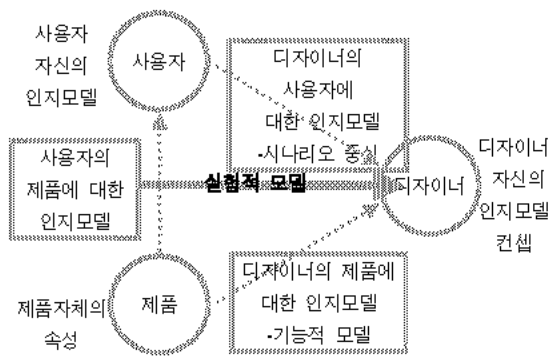
사용자는 예측과 평가의 기준이 되며 디자이너는 다양한 의사소통 수단을 통하여 사용자를 파악하게 된다. 디자이너가 파악한 사용자의 요구와 디자인 적용 및 구체화에는 많은 오류가 존재하며 언어적으로 정의와 시각적 디자인 구현이라는 상반된 접근방법은 디자인 개발과 인지모델 분석 방법들에 많은 어려움을 유발한다. 시각적 언어를 통한 커뮤니케이션을 이해하기 위하여 인지의 일반적 모델로서 쉐논과 위버의 커뮤니케이션모델이 있으며, 커뮤니케이션을 (a)생성-(b)송신-(c)채널-(d)수신-(e)응답의 5가지 단계로서 파악한다. 디자인의 관점에서 살펴본다면, 각각을 구성하는 디자인적 요소는 다음과 같다.

- (a) 메시지(Message) 신호(Signal) 부호(Code) : 디자인기능
- (b) 출력(Output) / 송신(Transmission) : 제품
- (c/d) 입력(Input) / 수신(Reception) : 시각적 자극과 사용자
- (e) 응답(Response) - 의미

이러한 커뮤니케이션의 결과는 4가지유형<sup>8)</sup>으로 나타나며, 특히 디자인 작업은 세 번째와 네 번째 결과와 관계를 가지며 이 두 가지 모델을 향상시키는 것이 디자인의 목적이 된다.

- 1)송신은 있지만 수신이 없는 경우(sent - not received)
- 2)송신과 수신이 일치한 경우(sent - exactly received)
- 3)송신과 수신이 있지만 의미가 없는 경우  
(sent - received but means nothing)
- 4)송신과 수신이 있지만 의미가 다른 경우  
(sent - received but meaning different)

의사소통에서 발생하는 오류를 줄이기 위해서는 디자이너가 직접 사용자의 제품인지를 관찰하고 분석하는 방법의 개발이 필요하다. 특히 사용자의 제품인지를 파악하는 기능적 언어적인 방법은 많은 오류를 만드는 원인이 되기 때문에 시지각분석 등의 실험적 모델에 대한 디자이너의 분석 방법이 더욱 중요시된다.



[그림3-1] 제품과 사용자 디자이너의 의사소통<sup>9)</sup>

8) Uric Neisser, *Cognition and Reality*, Freeman, p35. 1976

9) Hausdorgang, "User Model in Product Design", *Design Studies*, vol17, 1996

### 3-3. 제품의 시지각 분석 모델

시지각적 분석은 인지 분석상의 인지모델 분류에 따라 2가지 관점의 고찰이 필요하다. 첫째는 상향식(Bottom up) 방법으로 외부의 자극에 의한 정보 프로세스에 의존한다. 즉 기존의 제품에 대한 평가와 해석을 통하여 제품의 일반적인 디자인 속성을 파악하고, 사용자의 시지각적인 반응을 조사하는 모델로서 이때 제품의 기능과 형태의 관계 및 기존 제품의 분석이 가장 중요한 목적이 되며 제품의 평가를 위주로 하는 문제에서 유효하다. 디자인의 적용은 직접적으로 이루어지며, 세부문제의 해결에 유효하다. 둘째로 하향식(Top down) 방법은 기억된 개인의 계획과 조직에 의한 정보프로세스에 기초를 두고 있다 즉 제품의 개별적인 특성보다는 사용자가 인지하는 원리에 초점을 맞추어 디자인의 일반적인 원리 및 제품 속성별 디자인특성을 이끌어내는 방법이다. 디자인 적용은 간접적 원리적으로 이루어진다. 상향식 방법은 기본적으로 하향식 방법에 따른 데이터 축적에 의하여 좀 더 유효한 결과를 이끌어 낼 수 있으며, 상향식 방법이 기존의 제품에 초점을 맞추고 있다면 하향식 방법은 일반적 형태와 보편적인 개념적 제품형태에 기초하고 있다. 이 두 방법은 목표하는 디자인의 목적에 따라 혼합 병행되어 유효하게 사용될 수 있다.

[표3-1] 상향식/하향식 시지각 분석 프로세스

	상향식	하향식
기초원리	제품의 자극에 의한 정보프로세스	개인의 인지모델에 따른 정보 프로세스
관찰방법	개별적인 제품군	일반적인 제품/시각조형물
실험방법	비교 및 기능실험	구조 및 원리 실험
데이터처리	데이터의 처리와 적용	데이터의 축적 및 종합
해석방법	평가 및 분석	종합 및 원리 도출
적용목적	인터페이스의 개선	인터페이스의 개발
적용대상	특정기능 및 형태요소	전체구조 및 기능프로세스
적용범위	기존제품	신제품/개념적 디자인
추측결과	제품 세부 디자인 요소의 변화 및 개선	제품의 속성 및 디자인원리 파악

### 3-4. 제품의 시지각 분석 특성

제품을 시각적으로 인지하는 가장 큰 특징은 제품이 단순히 모양이나 사물로서 파악되는 것이 아니라, 언어적으로 표현될 수 있는 가치를 내포하고 있다는 점이다. 즉 제품의 원형적 기능과 소비자의 요구가 반영된 비 시각적 요소들이 시각적인 요소를 생성하며, 역으로 시각적 요소들은 비시각적 요소를 표현해 주는 매개체의 역할을 한다. 인지는 제품의 내부(Inside) 기능을 외부(External) 형태로 인지하게 된다. 즉 전화기의 벨이라는 것은 내부선의 연결로서 이루어진 감춰진 기능이며, 사람이 전화벨 소리를 듣는 경우 시지각은 감춰진 벨이 아니라 소리가 들리는 듯한 위치를 주시하게 된다. 이 내부와 외부의 결합과 완성은 인지의 완성을 지시하며 결국 내부기능을 효과적으로 외부형태로 표현하는 것이 디자인의 목표이기도 하다. 그러나 이 과정에는 내부의 기능이 숨겨진 형태로 존재하기 때문에 시각적 오류와 차이점이 발생하게 된다. 특히 시지각의 프로세스가 분류화에 기본을 두고 있다는 관점에

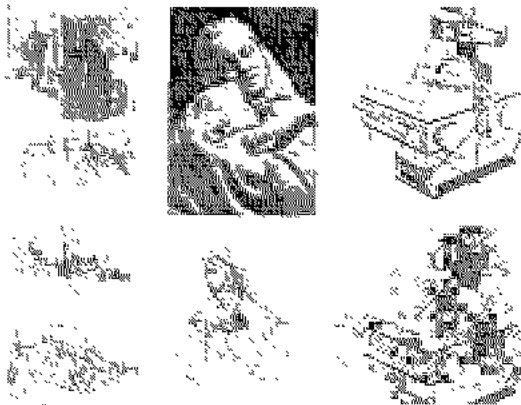
서 인지와 기억의 상호작용은 제품 형태를 보는 작용과 깊은 관계를 가진다. 과거의 시각적인 지식은 사물의 본성을 발견하도록 해주고 시각적 부분의 외양에 작용한다. 시지각에 의한 제품의 첫 번째 인지는 바로 기초적 구조화(Primary Organization) 단계로서 시각적 자극의 초기화와 구조의 인지이다. 구조와 초기화는 사용자의 지식, 소망, 도구 등과 상호작용하며, 시지각에 의해 정의되고 분류화된 기억/인지모델과 비교된 후 자신이 요구하는 시각적 상태를 탐색하게 된다. 그러나 인식되는 모든 것이 반드시 시지각 탐색에 의한 기초적 표현(제품의 모양, 스타일, 외관)으로 나타나지는 않는다. 다만 기초적 표현은 제품에서 요구하는 목표와 기능의 시각적 단서로서의 역할을 한다. 탐색과 인지의 결과로서 시각과 자신의 인지모델 사이의 연속성 단절이 발생한다면, 사용자는 새로운 제품의 형태를 요구하게 된다. 동시에 탐색에서 나타난 시지각의 특성과 시각적 단서들은 요구가 구현될 수 있는 제품형태의 프로토타입을 생성하게 된다. 시각적인 단서는 시지각 과정의 분석을 통하여 얻어질 수 있으며, 시지각 분석을 위해서 시지각 측정이 필요하게 된다. 시각적인 단서는 사용자가 요구하는 결과를 반영하며, 시지각은 사용자의 요구와 가치를 반영하며 제품의 시각적 특성을 반영하는 일종의 통찰력의 역할을 한다.

시지각의 특성은 시각운동(Movement)의 고정(convergence), 탐색(Divergence), 변화운동(Conjugate Movement)으로 나타난다. 특히 고정은 시지각의 중심 위치를 지시하며 만약 언어적 지시가 동시에 이루어 졌다면, 언어적 지시에 영향을 받는 인지의 패턴(시각적 언어적)을 지시하게 된다. 디자인에서 시각적인 고정점(Fixation) 문제의 해결을 위한 초점을 제시할 수 있다,

#### 4. 시선추적을 통한 제품의 시지각 분석 방법 개발

##### 4-1. 제품의 시선운동 분석 방법의 고찰

디자인은 현상적인 시각운동의 측정을 통하여 제품의 시각적 특성을 분석하며, 사용자의 요구와 가치를 디자인에 구현하기 위한 제품의 시각적 특성을 발견하고 디자인에 적용할 수 있다.



[그림 4-1] 시지각 측정의 예<sup>10)</sup>

10) Yarbus, *Eye Movement & Vision*, Plenum, 1973

본격적인 시지각 측정 및 분석의 이용은 1970년대에 심리학 분야에서 시작되었다. 예술과 심리학 분야에서의 응용은 주로 2차원적인 평면에서 이루어 졌다. 특히 그림과 인간의 지각에 대한 연구, 색채에 대한 시각운동, 그림의 구조적인 분석 등의 많은 연구가 이루어졌으며, 이 분야의 시지각 측정 및 분석은 주로 시선의 고정점에 중심이 맞춰져 있다. 고정점의 분석은 그림에서 가장 중요한 시각의 요소가 무엇인지를 밝히며 그림 속에 숨은 인지적 구조를 파악하게 해준다. 조각과 입체물의 분야에서는 주로 외각선과 명암, 입체물의표면 요소에 많은 중심이 모아진다. 이때는 고정점에 대한 연구 외에도 시선의 흐름과 방향이 중요한 역할을 하며 입체물의 기본 구조를 밝히는데 많은 도움을 준다. 제품디자인 분야에서의 응용은 1980년대 후반에 에센 대학의 산업디자인연구소에서 활발하게 연구되었다.<sup>11)</sup> 제품에서의 응용은 주로 제품의 인터페이스분야에 초점이 맞춰진다. 제품의 조작부와 시선의 고정점을 연결하거나 작업에 있어서 안구운동을 최적화 하는 방법의 연구가 이루어지며, 특히 기능적인 제품에서의 조작부의 위치적 특성과 작업의 연관성을 실험한 예가 있다. 한국의 표준과학 연구소에서는 비디오기기의 디자인을 위하여 비디오와 리모콘의 작동과정에서의 시각운동을 측정한 사례가 있다. 그러나 이러한 분야는 극히 기능적인 면에 초점이 맞추어지며, 단지 사용자의 작업에 대한 조작성 문제만을 다루기 때문에 많은 부분에서의 적용과 활용이 부족하다. 제품 디자인에서 시지각 측정의 방법을 이용하기 위해서는 본질적으로 시지각 측정의 한계와 가능성을 파악하는 것이 중요하며, 제품디자인에 응용되기 위한 변수의 처리와 실험의 방법을 살펴보아야 한다.

##### 4-2. 고정점 분석과 시선 운동 분석

시지각 분석에서 가장 중요시되는 데이터 변수는 고정점이며, 고정점 분석(Fixation Point Analysis)은 시지각 분석의 기본 출발점이 된다. 시선 측정기는 시각의 고정이 일어난 지점의 데이터를 시퀀스에 따라 표시한다. 여기서 제시되는 데이터는 시퀀스의 번호와 데이터의 변화 시작시간, 시선고정의 경과시간, 눈의 좌표, 이전의 시선 고정점에서의 운동거리와 운동속도이며, 기본 값의 설정에 따라 데이터의 값이 달라진다. 특히 고정점은 사용자가 주시하는 제품의 부위를 직접 지시하기 때문에 많은 분석의 가능성을 가지고 있다. 고정점의 위치와 고정점 사이의 상관관계는 실제 제품에서의 지시부위, 외각선, 면, 색채 등의 요소들과 밀접하게 관련되며, 탐색경로와 이동의 속도, 방향 등의 분석을 위한 시각적 역할을 한다. 운동 분석(Movement Analysis)은 고정점 분석을 중심으로 인지특성을 분석하는데 이용된다. 시선의 고정점들 사이에서는 시선의 움직임이 이루어진 방향적 특성이 존재하며 시선의 움직임이 이루어진 방향을 시간의 진행에 따른 시퀀스 순서에 따라 보여줄 수 있다, 시선 고정점 사이의 운동에서 시선의 움직임이 이루어진 속도는 기능의 적합성과 시선유도의 유효성과 관계되며, 시퀀스의 순서에 따라 데이터가 배열됨으로서 유용하게 이용될 수 있다.

11) Srefan Lengyel & Attila Bruckner, *Tracking Eye Movement*, Essen University, p3. 1990

### 4.3. 시선분석의 기본원리

시지각 분석은 사용자의 인지모델과 제품의 디자인 속성, 그리고 실제 시각적인 인지의 특성을 분석하는 방법적인 도구로서 밀접하게 연결되면서 이루어진다. 특히 제품 자체의 속성과 사용자 인지 사이의 관계는 시지각 분석의 핵심이 된다. 따라서 시지각과 제품의 디자인 속성이 어떤 관계를 지니는지 살펴보고, 분석의 기초지식을 습득하도록 한다. 실제 제품 디자인에 시지각 측정 및 분석이 이루어지기 위해서는 시지각 원리의 주의 깊은 적용이 요구된다. 제품은 실제의 세계(Real world)에서 존재하며 정신세계를 자극하고 동기를 부여하게 된다. 제품이 정신세계에 작용을 하게 되면, 출력으로서 사용자의 반응이 발생하게 된다. 즉 제품의 형태에 대한 주시는 인지를 반영하는 시각적 운동을 유발하게 된다. 이러한 시각적 운동은 분류와 체계화 과정을 반영하며 시각적 단서를 탐색하게 된다. 시각적 단서는 커뮤니케이션과 분류의 체계화에서 기초요소로서 작용하며 인간이 인지하게 되는 제품의 시각적 중심을 지시하게 된다. 분류와 체계화에서 시각적 단서들은 중심 멤버(Central Member)와 경계(Boundaries)로 나누어진다. 이때 시각적 단서의 발견은 중심 멤버의 명확화를 의미한다. 시각적 단서는 바로 시선의 고정점을 의미하고 고정점의 시간과 운동의 방향은 불분명한 경계를 파악하는데 도움을 준다. 시운동의 측정을 통하여 멘탈모델의 단계를 분류할 수 있으며 시지각은 제품 고유의 중심멤버와 경계의 파악을 통하여 제품의 디자인 특성과 문제 해결의 방향을 설정하도록 해주며 이러한 문제해결의 중심멤버를 찾아내는 것이 시선분석의 기본원리로 작용한다.

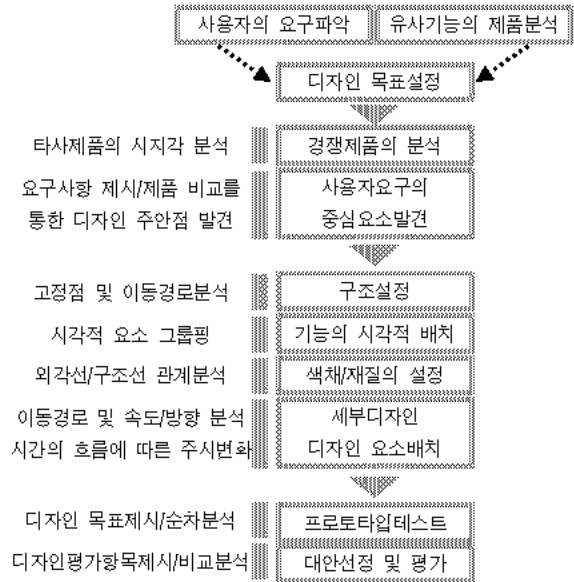
### 4.4. 시선 분석의 가이드라인

시지각 측정을 통하여 제품의 시각적 특징을 발견하는 일반적인 방법은 [표 4-1]로 요약된다. 시각적 특징은 제품의 구조, 세부디자인 요소 기능조작의 4가지로 나뉘어 세부적인 시각적 요소로 표현이 되고, 시각적 요소들은 각각 고정점과 탐색에 관계된 측정요소로 분석될 수 있다.

[표4-1] 디자인에 있어서 시선추적의 측정 요소

분류	시각요소	측정요소	비고
형태구조	전체의 외각선 중심선 숨겨진 구조 아웃라인	고정점 제도 이동의 방향 이동의 속도	탐색적 분석
디자인요소	위치 부분요소의 위치 구조와의 관계	고정점 위치 고정점 빈도 고정시간 이동의 방향	문제해결 중심
기능적 요소	기능의 배치 요소상관관계	이동의 방향 고정점 위치 고정점 상관관계 이동의 교차점	상관관계 분석
조작배치	시각적 흐름 조작의 흐름	이동제도 이동속도 이동방향	시계열분석

[그림4-2]는 디자인 프로세스 상에서 시지각 분석의 활용 가능성을 보여준다. 제품 개발의 초기 단계에서부터 대안의 평가와 선정에까지 시선분석을 통한 디자인의 시지각에 대한 고찰은 기능적인 인터페이스 측면에서부터 감성적 측면의 디자인 요소의 발견 및 구조를 발견하는데 까지 폭넓은 응용 범위를 보여준다.



[그림 4-2] 디자인 프로세스에 따른 시선분석의 적용

### 4.5. 제품 디자인의 시선 분석방법 적용

이상의 제품 시지각 분석 방법의 개발과 이해를 위하여 기초 실험을 실시하였다. 기초 실험은 시지각 분석의 타당성과 시지각 분석의 방법에 대한 예시와 개발에 대한 지침을 만들어 줄 수 있다.

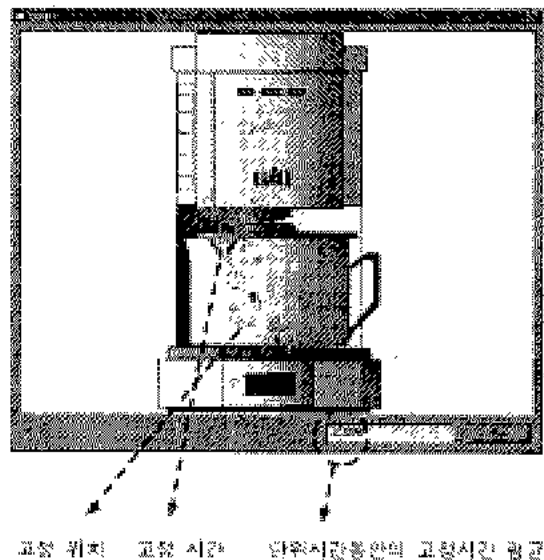
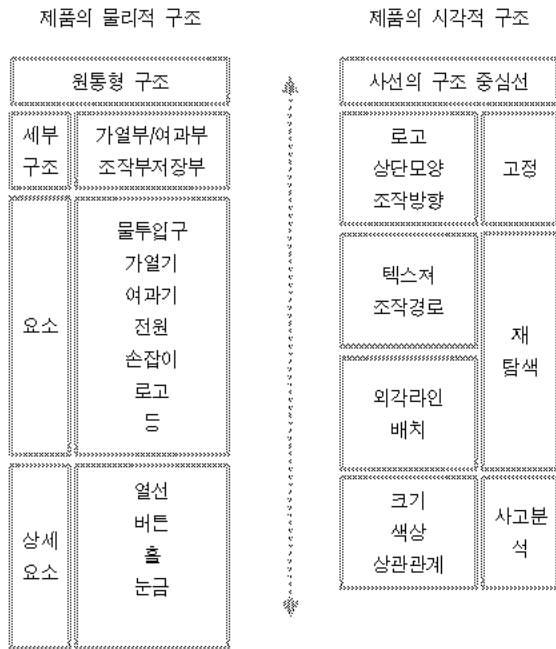


그림4-3] 고정점 분석의 예

시운동의 데이터를 바탕으로 한 수치적인 분석과 고정점을 중심으로 한 시운동 특성은 대략적인 제품의 시지각 특성을 보

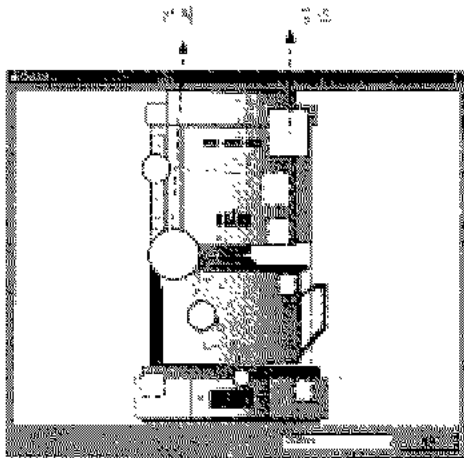


여주며, 시각의 중심점과 탐색 경로 및 속도의 특성을 찾아낸다. 시운동 특성의 분석은 그계 고정점과 탐색에 대한 두 가지로 나뉘며 탐색은 탐색 경로 및 방향 속도 등을 포함한다.



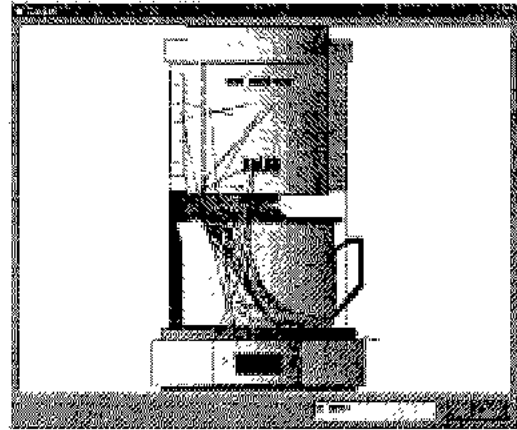
[그림 4-4] 시각적 구조와 물리적 구조의 차이

[그림 4-3]의 커피메이커에서는 사선 방향으로 고정점이 배열되며 커피메이커 상단의 일부와 텍스처 등에 시선이 집중됨을 알 수 있다. 시각의 흐름에 따른 고정점의 위치변화도 중요한데, 처음인지의 고정점 위치와 시지각의 진행에 따른 고정점 위치는 시지각의 능동적 탐색과 수동적 탐색의 차별화를 보여준다. 특히 제품의 물리적 구조와 시각적 구조는 크게 차이를 이루는데, 시지각의 주요 관심은 사선의 구조선과 로고/상단의 부분에 관심이 집중되며, 디자인의 주안점과 관심요소로서 파악될 수 있다.



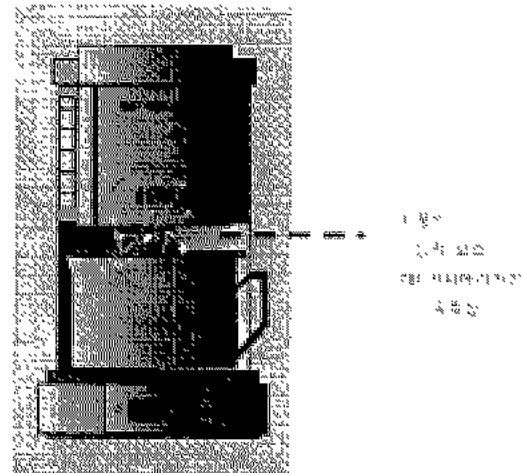
[그림 4-5] 시각적 강조와 균형

분석된 제품의 디자인 주안점은 컨셉에 따라 강조와 균형의 요소로 나뉘는데 우측은 시각적 균형을 이루는 요소/좌측은 시각적 강조를 주는 디자인 컨셉으로 활용이 가능하다.



[그림 4-6] 커피메이커의 기능적 탐색 및 이동경로

[그림 4-6]은 제품의 조작을 제시하였을 때 나타나는 탐색 및 이동 경로를 나타내는 시선추적결과이다. 고정점과는 달리 주요한 이동경로는 제품의 하단에 있으며, 이는 재질(투명유리)과 물과 수증기가 나오는 부분이 제품의 기능과 관련이 있으며 좌측의 수직부가 주요 인터페이스 구조선임을 보여준다. 이때 전원부와 로고는 기능과의 관련성이 적으며, 조작의 끝은 제품의 하단보다 약간 높은 컵부분과의 분리부위에서 이루어진다.



[그림 4-7] 커피메이커의 탐색 및 이동경로

[그림 4-7]은 '독특함'이라는 디자인 키워드가 주어졌을 때의 실험결과이다. 사용자는 이러한 제시어나 기능의 문제해결을 위하여 커피메이커를 탐색하게 되고 결과는 로고와 제품이 2 조각으로 나뉘는 연결부위에 주목하게 된다. 디자이너는 이러한 분석결과를 바탕으로 독특함이라는 키워드에 중요시되는 로고의 디자인과 상하단 연결 부분의 다양한 대안에 주력함으로써 소비자의 요구를 최대한 반영할 수 있다. 시지각이 문제 해결의 프로세스에 기초하고 있기 때문에 특정 디자인 목표와 기능의 제시는 일반적인 시지각 분석보다 명확한 결과와 발견

점을 찾을 수 있다. 본실험결과를 통하여 발견된 제품시지각의 주요 분석요소 및 방법은 [표4-2]와 같이 정리 된다.

[표4-2] 시선추적데이터의 분석방법

데이터	측정요소	분석
고정점	고정점 그룹	시각적 단서/디자인 중심점 인터페이스 상의 시각적 요소를 대변
	그룹상관관계	주요 조형 요소의 관계 인터페이스의 시각적요소의 관계
	시간적 위치	시작 · 시각적 단서/인터페이스 시작점 중간 · 형태정보전달의 요소 종료 · 조작 및 행위의 완성
	물리구조 상관관계	물리적 구조의 디자인요소 대치(적합도) 일치성 및 독립성(기능주의/표현주의)
이동 경로	경로	Self Evidence/시각적 프로세스 조작행위의 중심선 및 최적작동경로 Hidden Structure 파악을 통한 디자인안
	시간적 위치	문제해결/조작행위의 경로
	구조선과의 관계	디자인의 차별화 판단요소 형태의 배치를 강조와 균형의 의미로 파악
	외각선과의 관계	인터페이스의 전달경로 적합도 판단 인터페이스 차별화 판단요소
	면과의 관계	면의 조형/색채/재질 지시 비구조적 요소 강조
이동 속도 및 방향	이동속도	판단속도가 빠를수록 인터페이스의 단절 구조선과 일치할 경우는 최적경로 지시 고정시간이 길고 속도가 빠를 경우 최적 속도가 빠른 구조가 외각선이나 구조선과 일치할 경우 적합한 조형배치 판단
	이동방향	조형적 일관성

### 5. 결론 및 추후연구과제

시지각은 사용자가 제품을 인지할 때 70% 이상을 차지하는 중요한 의사소통수단이다. 따라서 기존의 언어적인 방법에서의 한계점과 오류를 극복하는 새로운 방법으로서 사용자의 제품에 대한 시지각 분석 방법을 제시하였다. 특히 시선추적 분석방법을 통하여 기존의 방법으로 평가되던 제품의 시각적 속성을 실제적으로 어떻게 인지하는지 파악하여, 예전의 평가 기준에 대한 검증과 새로운 시각 판단요소와 속성을 제시하였다. 본 연구는 시선추적장치를 이용한 시지각의 측정 및 분석, 활용의 구체적인 방법을 개발하였다. 특히 제품의 속성과 사용자의 특성, 인지의 특성들을 시지각 측정 요소들로 변환하고, 고정점과 이동경로 및 이동의 속도, 방향이라는 변수들을 통하여 디자인에 적용할 수 있는 활용 가이드를 제시하였다. 본 논문에서 제시된 시선추적분석의 디자인 활용은 다음과 같이 4가지로 분류된다. 첫째, 제품의 초기 디자인 단계에서 디자인의 주안점을 발견하며 구조를 파악한다. 이때 경쟁사의 다양한 제품을 분석하는 도구로 사용하여 시각적으로 중요한 디자인 요소를 찾는 데 도움이 된다. 둘째, 제품의 기능 및 인터페이스와 관련하여 시각적 구현의 적합성 여부와 기능의 분류 및 배치, 인터페이스의 설계 및 평가를 수행 한다.셋째 새롭게 요구되는 특정 기능의 배치 및 신제품에서의 시각적인 기본구조와 특성을 파악한다. 넷째, 여러 가지의 대안을 평가하거나, 개선의 요소를 찾아내고 개선방향을 찾을 수 있다.

본 논문에서 제시된 시지각 분석의 방법이 유용하게 사용되기 위해서는 다음과 같은 심도 깊은 연구가 필요하다. 첫째로 관련제품 및 동일제품에 대한 데이터의 구축 및 데이터의 합리적인 해석기준이 필요하다. 제품과 일반형태에 대한 시각적 데이터의 축적은 디자인에서 일반적 원리를 추출하는데 많은 도움을 줄 수 있으며, 사용자 특성에 따른 소비자 분석에도 응용되어질 수 있을 것이다. 둘째로 시지각 분석을 도와주는 디자인 분석 시스템의 개발 또한 필요하다 시선 추적장치에 제시되는 분석도구는 일반적인 것이며 특수한 문제의 해결을 위해서는 변수들의 선정과 해석의 가이드를 설정하는 디자인을 위한 분석 모듈을 개발해야 한다. 셋째로 시선추적장치의 기술적인 발전에 따른 정밀하고 다양한 시지각의 측정 방법이 요구된다. 고정된 사용자가 아닌 이동이나 움직이는 시계에서의 분석, 작동을 하면서 분석을 할 수 있는 프로토콜 분석과의 연결 등 시각 인지측정이 개발 되어야 한다.

이상에서와 같은 분야의 연구는 보다 객관적이며 유용한 시지각의 분석을 가능하게 하며, 디자인에서의 형태와 인지의 관계, 사용자의 요구가 잘 반영되는 향상된 디자인을 가능하게 할 것이다.

### 참고문헌

- 이경태, 눈으로 조종하는 인간/컴퓨터인터페이스에 관한 연구, 한국과학기술원 산업공학과 박사학위논문, 1996.2
- 지상현, 그림의 지각적 표현양식이 심미적 인상에 미치는 효과, 연세대학교 심리학과 박사학위 논문, 1995.2
- William H. Cushman, Human Factors in Product Design, Elsevier, 1991
- Leonard Zunsne, Visual Perception of Form, Academic Press, 1970
- Rudolf Arnheim, Visual Thinking, California Press, 1969
- Yarbus, Eye Movement & Vision, Plenum, 1973
- Young L. & Sheena D. Method and Design , Survey of Eye Movement Recording Method, Behavior Res. Method & Instrument, 1975
- Mackworth N.F. & Macworth H.H, Eye Fixation Recorded on Changing Visual Scenes by Television Eye-Marker, Journal of Optical Science of America, 1988
- Ditchburn R.W. and Ginsborg B.L. Involuntary Eye Movement during Fixation, Journal of Physiology, 1973
- D.A. Norman, The Design of Every Thing, New York Doubleday, 1990