

제품의 품질확보를 위한 디자인 프로세스 개선에 관한 연구
- AHP기법을 통한 디자인 의사결정 효율화를 중심으로 -

The Research about the Improvement of Design Process for Improving Quality of Product
- With Emphasis on Decision Making Efficiency based on AHP Technique -

주저자 : 이종석 (Lee, Jong-Suk)

두원공과대학 디지털디자인계열 산업디자인전공

공동저자 : 신수길 (Shin, Soo-Gil)

세종대학교 예체능대학 디자인학과

1. 서 론

2. 품질의 의미와 디자인 프로세스 개선의 필요성

- 2-1 품질의 의미
- 2-2 디자인 프로세스 개선의 필요성

3. AHP기법을 이용한 디자인 의사결정의 사례연구

- 3-1 AHP기법의 정의 및 분석 절차
- 3-2 사례연구
- 3-3 결과의 분석 및 검증

4. 결 론

참고문헌

(要約)

충분한 디자인 전문인력을 갖추지 못한 중소기업에서 부적절한 제품디자인 개발과정으로 인하여 시간, 비용, 생산적 측면에서 많은 낭비와 시행착오가 발생하고 있다. 특히 디자인 프로세스에서 가장 중시하는 구상단계의 디자인 컨셉 도출이나 전개단계의 스케치 및 렌더링의 진행을 통한 의사결정에 있어서 객관적이고, 과학적인 접근방법은 제고되지 않고 있으며, 이의 개선을 위한 연구도 매우 드물다.

이에 본 연구에서는 이와 같은 체계적이지 못한 의사결정단계의 보완 및 정량화된 데이터의 산출을 통한 리스크 감소를 위해 디자인 프로세스의 전개단계 및 결정단계에 AHP기법과 쌍대분석법의 개념을 적용하였다.

AHP기법의 기본 개념은 쌍대비교에서 출발한다. 일반적으로 인간은 절대적 판단보다는 상대적 판단에 의한 의사결정을 보다 효율적으로 수행할 수 있으며, 쌍대비교는 이와 같은 인간 특성에 바탕을 두고 스케치 대안들을 두개의 대안끼리 짝을 지어 비교하는 상대적 비교개념을 사용하고 있다. 따라서 디자이너들의 디자인 스케치 대안비교에 있어서 보다 효율적인 판단을 유도할 수 있으며 여러 대안들에 대한 평가를 일관성 있게 수행할 수 있도록 도와줌으로서 의사결정의 효율향상과 최종 디자인 선택시의 리스크를 상당부분 감소시킬 수 있는 것이다.

그리고 각 대안들의 정량적인 순위를 도출하고 여러 감성적인 디자인 결과물들에 대하여 100% 정확한 디자인 대안의 선택은 아니지만 여러 디자인 대안들의 필터링과 의사결정을 수

행함에 있어서 기존의 방법 보다는 개선되어 정량적이고 일관적인 기준을 제공해주는 것이며, 상당부분에 있어서 개성과 감성의 차를 극복하는 효율적인 방법이 될 것이고 연구 의의도 여기에 있다 하겠다.

끝으로 품질개선을 위한 기법적용의 연구결과에 대해서는 실제 디자인 개발 아이템의 사례연구를 통하여 타당성을 검증하고, 이상의 품질 개선을 위한 기법이 적용된 이상적인 신 프로세스를 제안하고자 한다.

(Abstract)

There is a large waste of time, money, and production through the infelicitous product design process in small and medium enterprises.

They don't possess enough career-manpower with respect to design. Especially, the objective and scientific approach process isn't presented very well on the 'establishment concept' of the embodiment phase or 'Sketch and Rendering' of the development phase which are the most important design processes.

So, this research is applied to the conception of the AHP method. It uses the basic concept of relativity to decrease risk from the calculational quantity data, and supplement the decision making phase.

Generally, human beings can conclude by relative judgement which is more influenceable than absolute judgement. So we must use the relative comparison concept rather than the comparison of two items with variable sketches based on characteristics of human beings.

Thus, efficiency judgement is dependent on design sketch comparisons which help the consistency progress of variable alternative plans. We can decrease risk when we chose the final design and increase efficiency of the design decision making.

That is now a perfect selection of each alternative's ranking and sensitive design result but this research will provide consistency criterion on filtering and lead to variable design alternatives. The significance of this research is the efficiency method that overcomes differences of character and sensitivity on many phases of the process.

Finally, this research proposes a new ideal process that where applied improves quality and evidence of propriety through comparison to existing methods result in method application research for improvement quality.

(Keyword)

AHP Technique, Design Process, Design Decision Making

1. 서 론

중소기업의 경쟁력 강화를 위해 필요한 디자인 개발 체계는 기존의 답습적인 제품개발 방법을 개선하고, 중소기업에 적용 가능한 제품디자인 프로세스 개발을 통한 디자인 지원모델을 의미하는 것으로서 현 디자인 개발 방법의 리스크(risk)를 최소화하고 과도기에 적합한 유연성을 유지할 필요성이 있다.

또한 충분한 디자인 전문인력을 갖추지 못한 중소기업에서 부적절한 제품디자인 개발과정과 의사결정으로 시간, 비용, 생산적 측면에서의 많은 낭비와 시행착오가 발생하고 있으므로 이러한 문제점을 해결하고, 올바른 의사결정을 위한 제품디자인 프로세스를 개발함으로써 중소기업 제품의 품질을 확보하여 궁극적으로는 중소기업의 경쟁력 향상에 이바지 하고자 하는 것이 연구의 배경이다.

연구의 목적은,

첫째, 중소기업의 경쟁력을 제고 할 수 있는 최적의 제품디자인 프로세스를 개발하는 것이다.

둘째, 디자인 품질 저해요인에 대한 개선으로서 디자인의 의사결정을 위한 정량적 분석 모델을 개발하는 것이다.

셋째, 디자인 개발 과정에서의 시행착오를 최소화함으로써 업무효율 증대 및 생산성을 향상시키는 것이다.

넷째, 과학적이고 객관적인 의사결정 방법으로 디자인 품질을 확보하는 것이다.

2. 품질의 의미와 디자인 프로세스 개선의 필요성

2-1 품질의 의미

문헌에서의 품질에 대한 정의를 살펴보면, 박성현은 품질(quality)이란 '소비자를 만족시키는 제품의 유용성을 정하여 주는 특성'이라고 정의하였으며, 기업활동의 각 단계에서 품질이 창출되어 진다고 보았다.

위의 품질의 특성을 크게 3가지로 분류하면,

(1)설계품질(제품기획, 제품설계, 공정설계의 품질)

(2)제조품질(생산품질)

(3)서비스품질(판매와 애프터서비스의 품질)로 나누어 생각할 수 있다. 그리고 품질의 정의는 강조하는 착안점에 따라서 다양하게 내려지고 있으며, 한국공업규격(KS A3001)에서는 품질의 정의를 '사용 목적을 만족시키고 있는지의 여부를 결정하기 위한 평가의 대상이 되는 고유의 성질·성능의 전체'라 하였다.¹⁾

또 다른 품질의 정의로 주란(J.M.Juran)은 품질을 '용도에 대한 적합성(fitness for use) 혹은 '고객만족(customer satisfaction)'으로 정의하였다. 이는 고객(소비자)이 제품을 사용함으로써 그의 목적이 성공적으로 달성된 정도를 말하는 것으로, 품질의 결정주체는 고객임을 암시하고 있다. 여기에 제품 이라는 것은 재화 뿐 아니라 서비스와 소프트웨어 까지도 망라한다.

1) 박성현, "다꾸지 방법과 통계적 공정관리를 중심으로한 품질공학", 2003. p9-10

품질에 대한 또 하나의 대표적인 정의로서, 크로스비(P.B.Crosby)는 품질을 '요구사항에 대한 일치성(conformance to requirements)'으로 정의하였다. 요구사항에 대한 일치 여부에 따라 양·불량을 판정할 수가 있기 때문에 이 정의에 의하면 품질의 정량화가 가능해진다. 올바른 관리를 하기 위해서는 측정이 전제되어야 하므로 크로스비의 정의는 품질을 관리할 수 있는 유력한 기초를 제공해 준다고 할 수 있다. 즉 주란의 정의가 소비자의 관점이라면, 크로스비의 정의는 생산자·공급자의 관점을 반영한 정의라고 할 수 있겠다.²⁾

또한 이순인은 품질은 혁신의 기본적인 부분이자 제품, 서비스, 브랜드를 성공적으로 개발하고 시장에서 많이 팔리도록 하는 근본적인 조건이며, 좋은 품질은 다음과 같다고 하였다. 첫째는, 제품이나 서비스 자체가 우수한 것을 좋은 품질이라고 말할 수 있을 것이다.

둘째는, 신뢰적 요소와 같은 상징적 가치를 담은 것도 좋은 품질의 범주에 포함시킬 수 있을 것이다. 또 제품이나 서비스 자체에 내재되어 있는 우수성은 아니지만 그 품질을 가능하게 해 주는 주변적 요소, 즉 디자인이나 서비스를 개선하는 것도 품질에 기초한 디자인 전략의 하나다.³⁾

그리고 21세기에 들어와서는 기업경쟁력의 강화와 국부창출을 위한 핵심역량으로서 디자인 품질의 중요성을 널리 확산하고자 '디자인 품질등급 인증제'⁴⁾를 시행하고 있기도 하다.

그렇다면 산업디자인 관점에서의 디자인 품질의 정의는 산업디자인의 정의에서부터 시작하는 것이 필요한데, 산업디자인은 '제품 등의 미적·기능적·경제적 가치를 최적화함으로써 생산자 및 소비자의 물질적·심리적 욕구를 충족시키기 위한 창작 및 개선행위를 의미한다'는 산업디자인진흥법의 정의로 요약될 수 있으며, 품질의 개념은 생산주체와 소비주체의 관계에 따라 변화하였다. 과거의 소품종 대량생산 시대에서는 생산자 중심의 품질을 정의하였지만, 현재의 다품종 소량생산 시대에 와서는 다양한 소비계층에 의해 품질개념이 정의된다. 즉 다양한 계층을 위한 고객중심의 품질은 혁신의 기본적인 부분이자 제품, 서비스, 브랜드를 성공적으로 개발하고 시장에서 많이 팔리도록 하는 근본적인 조건이다. 이 같은 고객중심의 품질 만족을 위해서는 다양한 소비계층의 주관적이고 심미적인 가치 만족이 중요하게 대두되는데, 이는 제품 자체의 만족 보다는 디자인에서 느껴지는 감성 만족도의 비중이 높게 나타나기 때문이다.

따라서 본 연구에서는 디자인 품질에 대하여 고객만족이라는

2) 배도선 외6인 "최신 통계적 품질관리", 영진문화사, 2003 p3-4

3) 이순인, "디지털시대의 디자인 전략", DESIGNnet Vol.57, 2002.6. p34

4) 디자인 품질향상과 중요성을 널리 확산시키고자 마련된 세계유일의 '디자인품질등급인증(Qualified Design)'이다. 이 인증은 디자인 트렌드 선도력과 소비자 디자인 요구품질을 겸비한 이상적 디자인을 선정하기 위해, 전문가적 관점에서 합리적 디자인 가치를 평가하는 제도다. 심사는 디자인 리더십, 디자인 창의성, 고객지향성 부문에 걸쳐 진행되며, 평가 결과에 의해 디자인품질등급 AAA, AA, A로 인증받고 선정된 상품에는 QD마크를 부여하게 된다. (산업정보전문신문, 2003.3.4. www.tmgiti.com)

5) 전문개정 1996.12.30. 법률 제5214호. 개정 1999.2.5. 법률 제5773호 제2조

측면에서 다음과 같이 정의하고자 한다. 디자인에서의 품질은 일반적인 제품의 품질과는 달리 고객의 요구에 따라 제품디자인에서부터 설계 및 생산, 판매에 이르는 일련 과정에 전체적으로 영향을 주는 것이다.

즉 디자인 품질은 디자인 프로세스 상에서 발생하는 정확한 In-Out Put 정보들과 객관적인 의사결정을 말하며, 이는 개발의 리드타임 (Lead Time) 단축과 개발 과정에서의 경제적 이익 창출에 영향을 주는 것이다. 또한 제품디자인 개발에 있어서 기본 품질요소는 사용성, 편의성, 안정성, 경제성, 심미성, 기능성 등을 들 수 있다. 그러나 품질향상을 위해서는 기본 품질요소 외에 제품개발 시간, 비용 등의 부가적인 요소가 추가된다.

2-2 디자인 프로세스 개선의 필요성

제품의 품질확보를 위한 디자인 프로세스 개선에 대한 기법의 필요성은 서론에서도 언급되었는데, 그 이유는 다음과 같다. 디자인 프로세스 상에서의 품질 저해요인을 분석해보면 기획단계에서는 소비자 니즈의 분석이 미흡하고, 디자인 전개 및 결정단계에서는 대안에 대한 정량적 분석 모델의 부재로 객관적이고 과학적인 디자인 의사결정을 못하고 경영자의 주관에 따라 디자인이 결정되는 오류가 발생한다. 즉 실질적인 디자인 프로세스의 기능이 제대로 이루어지지 못하여 상품화에 결정적인 품질 저해요인으로 나타나고 있으므로 이의 개선을 위한 개선기법이 필요하게 되었다.

따라서 본 연구에서는 이의 개선을 위하여 AHP(Analytic Hierarchy Process) 및 쌍대분석 (Pairwise Comparison)이라는 검증된 기법을 통해 기존 디자인 프로세스에 적용하여 해결하고자 하며, 이 기법이 디자인 의사결정을 효율화할 수 있는 기법이다.

이중 AHP는 디자인 전개단계에 해당되는 컨셉 스케치 (Concept sketch), 러프 스케치(Rough sketch)의 계층적 구조에 적용하여 정성적인 평가에서 오는 오류를 최소화하는 정량적인 대안의 평가를 실현하고, AHP에서 사용되는 세부 분석 방법인 쌍대분석은 이상의 계층적 구조에서의 평가과정 외에 디테일 스케치(Detail sketch) 과정을 거쳐 제작한 렌더링에 새롭게 적용하여 최종 의사결정을 위한 대안의 평가 모델로 활용한다.

3. AHP기법을 이용한 디자인 의사결정의 사례연구

3-1 AHP기법의 정의 및 분석 절차

AHP(Analytic Hierarchy Process)는 1970년대 초반 Saaty에 의해 개발된 계층분석과정(다단계 의사결정법)으로서 의사결정모형은 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 쌍대비교(Pairwise Comparison)에 의한 판단을 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하고자 하는 의사결정을 지원하는 하나의 방법론이다. 이것은 이론의 단순성 및 명확성, 적용의 용이성 및 범용성이라는 특징을 가지고 있어 여러 의사결정분야에서 널리 응용되어왔다.⁶⁾

일반적으로 사람의 단기적 인식능력은 7~9개 정도의 요소에

한정되어있다. 결국 수많은 의사결정 요소가 있음에도 불구하고 가장 최근에 논의한 요소 7~9개만이 의사결정에 결정적인 영향을 미치게 된다. 따라서 이전에 논의한 매우 중요한 요소들은 실제로는 의사결정에 거의 영향을 미치지 못하게 되는 것이다. 이러한 인간의 인식능력의 한계로 인하여 의사결정 환경이 점점 복잡해지는 현재의 상황에서는 잘못된 의사결정의 가능성이 점점 더 높아지게 된다.

AHP는 이러한 모순을 극복하고 복잡한 의사결정을 합리적, 능률적으로 하기위한 노력의 일환으로 고안되고 발전되어온 수학적 방법이기도 하다.

또한 AHP는 인간이 의사결정을 할 때 두뇌가 단계적 또는 위계적 분석과정을 활용한다는 사실에 착안하여 개발되었으며 현존하는 의사결정 이론 중 가장 광범위하게 인정을 받아 널리 활용되고 있는 이론이다. 연구결과에 의하면 사람은 문제를 해결할 때 다음의 세 가지 원칙, 즉 계층적 구조의 설정, 상대적 중요도의 설정, 논리적 일관성 유지의 원칙을 따른다고 한다. 바로 이세가지 원칙이 AHP의 이론적 근간이 되고 있다(표3-1).

(표3-1) AHP의 원리

| 원리 | 내용 |
|------------|---|
| 계층적 구조의 설정 | 현상을 동질성을 가진 부분으로 나눔으로서 보다 많은 정보를 문제의 구조화에 포함 |
| 상대적 중요성 설정 | 유사한 사물들을 짝으로 묶어 특징기준에 대하여 비교하고, 그 짝을 이루는 구성요소 사이의 선호도를 판단 |
| 논리적 일관성 | 사물이나 생각들이 논리적 일관성을 갖도록 관계를 설정 |

AHP의 가장 큰 장점은 이러한 문제 해결의 원칙을 그대로 반영하고 복잡한 문제를 계층화하여 주요 요인과 세부 요인들로 나누고 이러한 요인들에 대한 쌍대비교를 통해 중요도를 결정하는데 있다.

이 기법은 인간의 사고와 유사한 방법으로 문제를 분석하고 분해하여 구조화할 수 있다는 점과 모형을 이용하여 상대적 중요도 또는 선호도를 체계적으로 비율척도(ratio scale)화 하여 정량적인 형태로 결과를 얻을 수 있다는 점에서 그 유용성을 인정받고 있다.

이 외의 AHP기법의 특성은 다음과 같다.⁷⁾

첫째, 정량적인 요소뿐만 아니라 정성적인 요소도 동시에 평가할 수 있다.

둘째, 평가자로 하여금 쌍대비교를 통해서 한번에 둘씩 비교하게 함으로서 평가를 수월하게 한다. 이는 인간이 한번에 비교할 수 있는 대상의 수가 제한되어 있기 때문이며, 한번에 비교하는 대상의 수를 줄여줌으로서 평가자의 부담을 덜어주는 역할을 한다.

셋째, 각 단계에서 언급된 선호만을 다루기 때문에 분석이 원활하다. 이는 평가자들이 AHP에 대한 이론을 쉽게 수용할 수 있어서 합의 를 도출하는데 편리하며 또한, 결과에 대한 만족도가 높다.

넷째, 평가자의 의견에 관한 일관성을 검증할 수 있는 방법이 있

6) 정길환, "기술대체안의 전략적 평가를 위한 개량 AHP 의사결정 모형의 설계", 1994, p12

7) 김성웅, "AHP를 이용한 VE기법의 기능평가에 관한 사례연구", 고려대학교대학원 산업공학과 석사학위논문, 1999, p18

어서 평가의 불일치가 있을 경우에는 피드백(Feed back)하여 평가의 일관성을 보장할 수가 있다. 그러므로 평가결과의 신뢰성을 높일 수 있다.

다섯째, 문제를 분해해서 평가하고 이를 다시 종합하여 최종결정을 내리는 AHP의 문제 해결구조가 인간의 논리적인 문제해결 구조와 유사함으로 현실에 실제로 적용하기가 용이하다.

즉, AHP는 의사결정 문제를 계층화 시켜서 각 계층마다 쌍대비교를 위한 점수를 부여하고 궁극적으로는 평가 항목들의 상대적 중요도를 점수로 산정하여 비교 분석하는 것으로서 분해(Decomposition), 쌍대비교 판단(Comparative Judgment), 우선순위 종합(Synthesis of Priorities)으로 구성된다.

AHP는 쌍방비교를 통해 판단이 이루어지므로 각각의 비교 판단은 상호 독립적이어야 하며, 정성적(Qualitative) 정보와 정량적(Quantitative) 정보를 의사결정에 사용할 수 있다. 단 정성적 정보에 대한 상대적 가중치와 동일한 기준으로 정량적 정보를 정규화(Normalize)하여 상대적 가중치를 계산한다.

그리고 9점 척도에 의해 각 쌍방 비교의 판단자료에 대한 질의 문제로 인하여 독립적인 각 판단들이 상호간의 일관성이 있었는지가 문제가 되는데 이를 위하여 일관성 검정을 실시한다.

일반적으로 의사결정 문제는 서로 상반된 기준과 불완전한 정보 및 제한된 자원 하에서 최적의 대안을 선택해야 하는 문제를 내포하고 있다. AHP 모형은 이러한 다수기준 하에서 평가되는 대수대안들의 우선순위를 선정하는 문제를 다루게 된다.

그리고 상위계층에 있는 기준의 관점에서 하위계층에 있는 각 기준들의 가중치를 측정하는 방식을 통하여, 상위계층의 기준 하에서 각 하위기준이 다른 하위기준에 비하여 우수한 정도를 나타내 주는 수치로 구성되는 쌍대비교(Pairwise Comparison)를 작성하는데, 실시 이유는 다음과 같다.

첫째, 대응되는 항목 또는 논리들 간의 비교 분석을 통해 항목들 간의 관계를 파악하기 위함이다.

둘째, 하나의 항목에 대하여 절대평가가 아닌 두 가지 이상의 항목에 대한 비교평가기 때문에 상대적인 관계(Relation) 파악에 유리하다.

셋째, 인간의 상대적 판단능력은 절대적 판단능력에 비해 극히 우수하지만 각 항목들 간의 절대차를 파악하기가 힘이 든다. 많은 기업에서도 디자인의 진행시에는 의사결정의 문제가 디자인 전개이상으로 중요한 사안으로 발생하고 있다.

즉, 다양한 디자인 대안의 축소화 및 결정을 위한 과학적이고 객관적인 의사결정 개선방법이 요구되어지는데, 디자인안의 선택 시 일치하지 않는 기준 아래서 평가되어진 쌍대분석과 같이 양자택일의 관계에서 가장 좋은 것을 선택하는 것이다.

쌍대분석기법은 AHP분석의 각 계층 구조에서 사용되지만 계층화되지 않은 단순 분석기법에서는 독립적으로 사용된다. 따라서 렌더링 또는 목업 결과물을 이용한 최종 디자인의 의사결정에서 독립적으로 사용할 수 있다.

이러한 AHP기법과 쌍대분석기법(Pairwise Comparison Method)을 이용하면, 선호도 조사를 통한 정량화 된 수치 데이터를 얻을 수 있으므로, 의사결정에 있어 주관성을 배제할 수 있다.

다음은 AHP를 디자인에 활용하여 성공한 대표적인 기업으로서 성공사례는 다음과 같다.

- 제너럴 모터즈(General Motors)

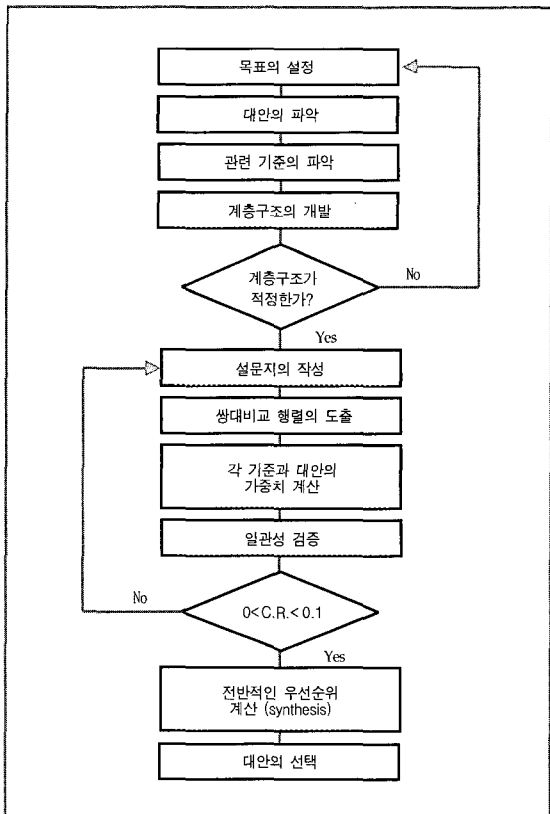
제너럴 모터즈에서는 AHP를 활용하여 여러 가지 자동차 디자인들을 심의하여 결정하고 있으며, 사고대처능력을 평가하여 최선의 그리고 비용을 가장 많이 절감할 수 있는 자동차 디자인을 찾아낸다고 한다.

- 제록스(Xerox)

제록스에서는 포트폴리오 관리, 기술의 실현과 디자인 선정 등에 관한 의사결정들을 위해 AHP를 활용하고 있다. 뿐만 아니라 시장분할과 시장 간의 중요도 설정, 제품시장 결합, 그리고 고객 요구사항의 체계화 등과 관련된 마케팅 결정들을 위해서도 AHP가 활용되고 있다. 지난해 제록스에서 AHP를 활용하여 50개 이상의 주요한 의사결정들을 주도 했던 캐롤(Tim Carroll)에 의하면 AHP를 활용하여 내려진 결정은 직관에 기초하여 내려진 결정들 보다 반복되는 경우가 매우 적다고 한다. 왜냐하면 전자는 사람들이 주의 깊게 논의하고 합의한 일련의 사실과 기준들에 기초를 두고 있기 때문이다. 현재까지 제록스에서 AHP를 활용하여 내려진 결정들 중 반복된 것은 하나도 없다고 한다.

이상과 같이 AHP는 단순히 기법을 적용하여 성공했다 하기 보다는 기업 내에서 꾸준히 업무개선을 위해 기존 업무를 분석하고 의사결정의 문제점 해결을 위하여 일정한 AHP 진행 절차에 따라 적용하고, 연구하였으리라 본다.

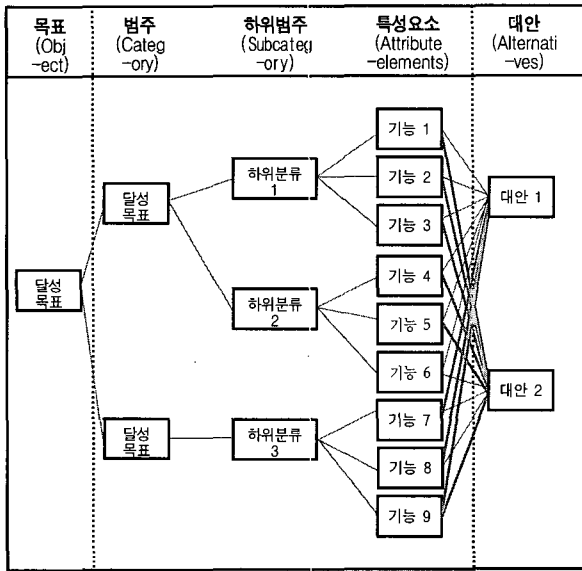
AHP기법의 적용절차는 다음의 8단계의 step으로 나누어 진행된다.



(그림3-1) AHP의 진행절차

① Step 1: 문제를 정의하고 목적이나 목표를 결정한다.
대상의 목표를 선정하고 그 목표에 영향을 미치는 관련 속성들을 계층적으로 세분화하여 의사결정 구조를 설정한다.
예) 디자인을 결정하려고 하는데, A, B, C의 세 가지 안이 물망에 올라 있다. 이 문제의 목표는 A, B, C 세 안 중에서 가장 만족할 만한 안을 선택하는 것이다.

② Step 2: 계층구조를 만든다.
계층구조를 설정한다는 것은 해결하고자 하는 문제의 요소를 파악하고 동질적인 집합으로 군집화 하여 이 집합을 상이한 수준에 배열하는 것을 의미한다.
계층구조를 완성하기 위하여 최상위 계층에 목표를 두고 최종적인 목표로 나타내고 다음 계층은 목표를 달성하기 위한 기준을 표현한다. 그 다음 계층은 앞 계층에 영향을 미치는 부속성을 나타낸다. 이를 나타내면 (그림3-2)와 같다.



(그림3-2) 계층화 형태의 예

③ Step 3: 중요도 척도를 설정하고 설문문을 구성한다.
각 분야의 전문가를 대상으로 설문 조사하여 항목별 가중치를 추정하는데, 이 때 쌍대비교를 통한 항목별 우선순위의 계량화는 9점 척도법을 이용하였다.
(표3-2)과 같은 9점 척도를 구성하여 설문문을 작성한다.

(표3-2) 쌍대비교 시 중요도의 척도

| 척도 | 정의 | 설명 |
|------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 동급 (equal importance) | 두 가지 요소가 인접한 상위목표의 기준에서 볼 때 똑같이 중요함 |
| 3 | 약간중요 (slight importance) | 한 요소가 다른 요소에 비해 약간 중요함 |
| 5 | 중요 (strong importance) | 한 요소가 다른 요소에 비해 훨씬 중요함 |
| 7 | 매우중요 (very strong importance) | 한 요소의 우위성이 실증 되고 있음 |
| 9 | 절대적 중요 (absolute importance) | 한 요소의 우위성이 절대시 되고 있음 |
| 2, 4, 6, 8 | 위에서 정의된 척도들의 중간 | 위에서 정의된 척도들 사이의 값이 요구될 때 |

④ Step 4: 상대적 중요도를 평가한다.
Step 3에서 만들어진 행렬들에 주관적으로 n(n-1)/2회의 비교를 통하여 상대적으로 중요도를 평가한다.

| Image | A | B | C |
|-------|---|---|---|
| A | | | |
| B | | | |
| C | | | |

(그림3-3) 비교행렬의 예

⑤ Step 5: 가중치를 계산한다.
Step 4에서 작성된 A행렬 각 행에 곱을 계산하여 가중치 행렬 (Weight)을 구한다. 가중치를 계산하는 과정은 다음과 같다.
- 행의 곱의 값에 대해 각 A행렬의 요소의 수 n차 제곱근을 계산한 다음 각각의 합계를 구한다.
- n차 제곱근과 이들의 합계를 계산하고 난후, 각 n차 제곱근 값을 합계로 나누어 정규화(Normalize)한다.

⑥ 최대 고유치 λmax를 이용하여 C.I.와 C.R.을 계산한다.
상대적 중요도를 합성하고 Eigenvalues, C.I.(Consistency Index), C.R.(Consistency Ratio)를 구한다. 계산과정이 복잡하므로 대개의 경우 컴퓨터 프로그램이 이 과정을 대신한다.

$$A * W = \lambda_{max} * W :$$

A → Pairwise Comparison Matrix.
W → the principle right eigenvector
C.I. = (λmax - n) / (n-1), C.I. → 일치성 지수.
C.R. = CI / RI: RI → 임의지수.(oak Ridge)
R.I. → n값에 따라 주어지는 상수.

⑦ 일관성을 검증(Consistency test) 한다.
비교 대상을 서로 비교한 후 일관성 비율(C.R. : Consistency Ratio) 값을 이용해 평가의 일관성을 검증한다.
3,4,5,6 단계를 계층구조 최고 수준의 프라이어리티 벡터(priority vector)를 구할 때 까지 반복한다. 최종 수준의 행렬에서 C.R.이 10%를 넘지 않으면 이 분석을 인정하고 그렇지 않으면 3단계에서부터 모든 과정을 다시 반복한다.

이는 AHP에서는 비교행렬의 주 고유벡터를 활용한 1:1 비교 결과의 통합과정에서 AHP의 커다란 장점 중 하나인 "비일관성지수(Inconsistency Index)"를 도출하게 되며, 이를 이용하여 의사결정자의 논리적 일관성 유지 여부를 확인하고 의사결정의 합리성과 논리성을 높일 수 있게 된다.

일반적으로 비일관성지수(Inconsistency Index)를 Random Index로 나눈 비일관성비율(Inconsistency Ratio)이 0.1을 넘게 되면 의사결정자가 논리적 일관성을 잃고 있는 것으로 판단하여 의사결정과정을 재검토하도록 하는 신호를 보내는 기준으로 삼고 있다.

⑧ 대안을 선택한다.
의사결정(대안의 선택)을 선택하기 위하여, 모든 C.R. ≤ 0.1 한 데이터들인 n명의 데이터를 사용하여 계층별 종합분석을 실시한다.

이상과 같이 일관성이 있다고 판단된 응답자 n명에 대한 A행렬들을 각각 범주의 하위 기능에 대한 A행렬들의 각각의 요소들의 기하평균(Geometric Mean)을 구하여 새로운 A행렬들을 생성하고, 최종분석을 위한 매트릭스(Matrix)를 만든다.

$$GM = n \sqrt{y_1 y_2 y_3 \cdots y_n}$$

Step 5에서와 같이 작성된 A행렬 각 행에 곱을 계산하여 가중치 행렬(Weight)을 구한다. 정규화 된 가중치의 합은 반드시 1이 되어야 한다.

최종 가중치간의 크기를 비교하여 중요도 순위를 부여하면, 스케치의 계층별 행렬 우선순위가 도출되어 스케치 계층별 응답자들의 선호하는 안이 나타나게 된다.

그러나 계층의 그룹별 스케치의 선호도 순위를 도출하였지만 계층별 전체 안에 대한 평가 순위는 아니므로 전체 안에 대한 최종 가중치를 부여해 순위를 도출한다.

3-2 사례연구

(1) 디자인 확정을 위한 AHP 쌍대분석기법의 적용

① Step1 : 브레인스토밍(문제를 정의하고 목적이나 목표를 결정한다)

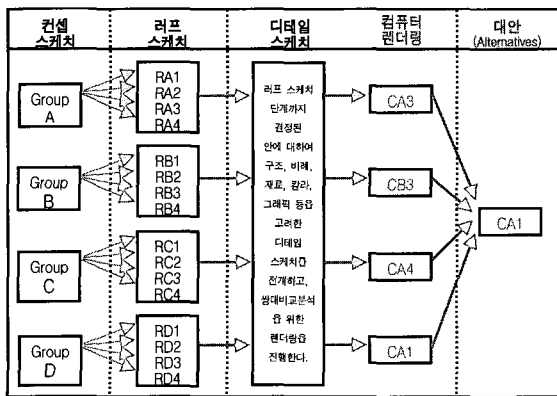
- 목적 및 필요성 : 디자인 컨셉에 의하여 전개되는 디자인에 있어서 체계적이지 못한 의사결정의 보완과 리스크(Risk) 감소를 위하여 객관적이고 정량화 된 의사결정 방법인 AHP기법의 개념을 각 스케치 단계에 적용한다.

- 범위 및 방법 : AHP기법을 이용한 제품디자인 개발사례를 연구하되 전개단계에 한정한다. 그리고 디자인을 결정짓기 위한 디자인 단계별 품평회를 기준으로 디자인 스케치 안에 대한 효율적인 의사결정 방법에 대하여 연구한다.

- 대상 제품 : 블루투스(Bluetooth) 기술을 이용한 무선 헤드셋
- 설문조사를 위한 조사표의 대상 이미지는 산학협동에 의해 진행된 프로젝트의 스케치 안을 수집하였고, 디자인 전문가들이 브레인스토밍에 따라 그룹핑을 실시하였다.

② Step 2 : 계층구조를 설정한다.

- 초기 아이디어의 동질성을 더 세분화 시키듯 확대 발전시키거나 가지 구조(Decision Tree)와 같이 구성하는 것으로서 컨셉에 따라 단계별로 세부 아이디어를 전개한 디자인 스케치 안에 대하여 계층구조를 만들었다(그림3-3).



(그림3-3) 계층구조도

③ Step3 : 중요도 척도를 설정하고 설문을 실시한다.

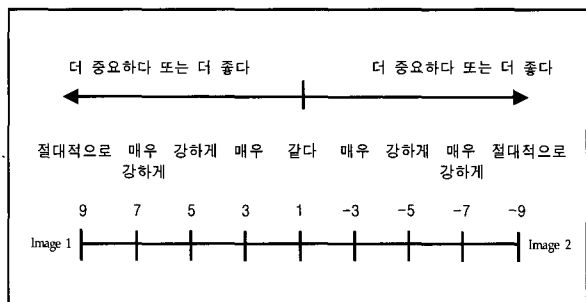
설문지를 작성하되 쌍대 비교를 위한 항목별 설문은 9점 척도법을 이용하고, 다음과 같이 디자인 전공자를 대상으로 설문조사를 실시하였다.

- 조사방법 : 설문지 조사

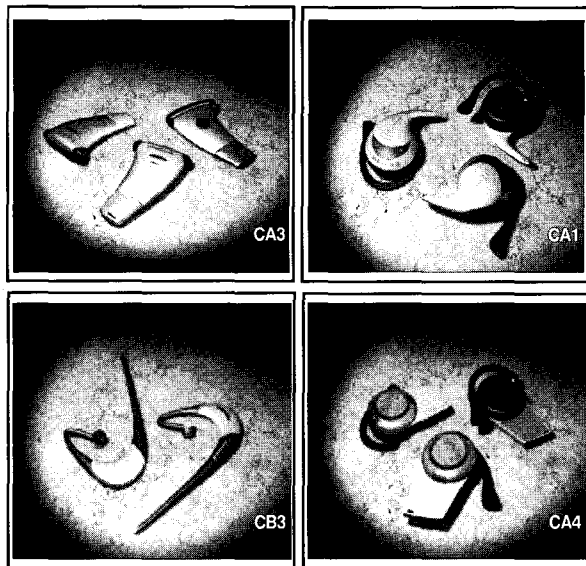
- 조사대상 : 18세~30세 이하의 남녀로 디자인 종사자 및 전공 학생

- 성별 및 인원 : 남성 6명, 여성 6명, 총 12명

사례연구에 있어서 렌더링은 새로운 설문을 적용하는 것으로 step 1에서 6까지는 설문 응답자 12명을 대상으로 실시하였고, Step 7에서는 일관성을 검증하여 문제가 된 4명을 탈락시켰다. 그리고 step 1~6까지의 적용사례는 과정의 이해를 돕고자 응답자 1을 샘플로 제시하였고, (표 3-7)에서는 탈락자를 제외한 8명에 대한 종합적인 분석결과를 제시하였다.



(그림3-4) 설문조사 범례



(그림3-5) 조사 렌더링 샘플

④ Step 4 : 상대적 중요도 평가를 위하여 각각의 쌍대비교 행렬을 만든다.

- 응답자 12명을 대상으로 상대적 중요도 평가를 위하여 쌍대비교 행렬을 만들되 (표3-3)에서와 같이 응답자 1에 대한 결과를 샘플로 제시하였다.

(표3-3) 렌더링 단계에 대한 데이터의 입력

| | | | | | |
|-------------------|-----|-----|-----------|-----|-------------|
| 응답자 1 | | | | | |
| 컴퓨터 렌더링에 대한 쌍대 비교 | | | | | |
| | A행렬 | CA3 | CB3 | CA4 | CA1 |
| | CA3 | 1 | 0.3333333 | 1 | 0.333333333 |
| | CB3 | 3 | 1 | 3 | 1 |
| | CA4 | 1 | 0.3333333 | 1 | 0.333333333 |
| | CA1 | 3 | 1 | 3 | 1 |

⑤ Step 5: 가중치를 계산한다.

- 응답자 12명을 대상으로 (표3-4)와 같이 가중치를 계산하였다.

(표3-4) 렌더링 단계에 대한 가중치 계산

| A 행렬 행의 요소들의 곱 | n차 제곱근 | 가중치 |
|----------------|-----------|-------|
| 0.1111111 | 0.5773503 | 0.125 |
| 9 | 1.7320508 | 0.375 |
| 0.1111111 | 0.5773503 | 0.125 |
| 9 | 1.7320508 | 0.375 |
| | 합계 | |
| | 4.6188022 | |

⑥ Step 6: C.R. 계산을 한다.

$C.I.$

$R.I.$ - 일관성을 판단하기 위한 정합비 C.R. 값을 계산하고 일관성을 판단한다.

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \cdot \frac{1}{R.I.}$$

여기서 R.I. 값은 Satty에 의해 구해진 값을 사용하며, n의 값, 즉 비교대상의 개수에 따라 결정된다.

⑦ Step 7: 일관성 검증(Consistency test)을 한다.

- 계산된 C.R. 값이 0.1 (10%) 보다 작은지를 비교하여 평가자(응답자)의 판단에 대한 일관성(정합성)을 판단한다.

$C.R. \leq 0.1$

- 앞의 항의 표에서 보는 바와 같이 각 단계별 모든 정합비 C.R. 값이 0.1보다 작으므로 응답자 1의 설문 일관성은 검증되었음을 알 수 있으며, 응답자 중 4명은 일관성이 없으므로 탈락되었다.

(표3-5) 렌더링 단계에 대한 정합비 C.R.의 계산

| 람다값 결정 | | C.R.값 계산 |
|--------|-----|----------|
| 4 | N | 4 |
| 4 | R.I | 0.9 |
| 4 | | |
| 4 | C.R | 0 |
| 최종 람다값 | 4 | |

⑧ Step 8: 대안을 선택한다.

- 이상의 계층의 Group별 및 러프 스케치의 선호도 순위를 참고하여 구조, 비례, 재료, 칼라, 그래픽 등을 고려한 디테일 스케치를 전개하고, 최종 렌더링 대상을 결정한다.

- 전개된 렌더링에 대하여 최종 대안의 평가를 실시한 결과 CA1 안을 가장 선호하는 것으로 나타났으며, 선호순위는 CA1 > CB3 > CA4 > CA3의 순이었다(표3-6).

(표3-6) 렌더링에 대한 선호도 평가 매트릭스

| 컴퓨터 렌더링에 대한 쌍대 비교 | | | | 가중치 | 우선 순위 | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
| | CA3 | CB3 | CA4 | CA1 | | |
| CA3 | 1 | 0.5416369 | 0.7598357 | 0.2530192 | 0.1259005 | 4 |
| CB3 | 1.8462552 | 1 | 1.9679897 | 0.6900818 | 0.2788919 | 2 |
| CA4 | 1.316074 | 0.5081327 | 1 | 0.3737738 | 0.1567107 | 3 |
| CA1 | 3.9522694 | 1.4491036 | 2.675415 | 1 | 0.4384968 | 1 |
| | | | | 합계 | 1 | |

3-3 결과의 분석 및 검증

지금까지 사례연구를 통해 보여준 AHP기법 및 쌍대분석기법에 대한 결과로서 일반적인 의사결정 방법은 절대적 판단과 상대적 판단에 의해 이루어지게 된다. 이 가운데서 절대적 판단은 인간의 내적인 절대기준을 바탕으로 단독 대안과의 비교를 통한 판단을 수행하는 것이고, 상대적 판단은 두 가지 이상의 대안에 대한 비교평가를 통한 판단의 수행 방법이다. 이처럼 인간은 절대적 판단보다는 상대적 판단에 의한 의사결정을 보다 효율적으로 수행할 수 있으며, 특히 두 가지 대안에 대한 상대적 비교를 수행 시 3개 이상의 대안들을 동시에 비교할 경우 보다 높은 수행도 및 일관성을 산출할 수 있다는 것은 문헌자료를 통해서 알 수 있다. 따라서 본 연구에서 AHP기법을 이용하여 스케치 대안들을 계층별로 서로 쌍대비교 하여 대안을 선택하는 방법과 렌더링 대안들을 쌍대분석을 통하여 대안을 선택하는 방법은 디자인의 의사결정에 있어서 타당성이 있다할 수 있다.

다음은 이를 위한 실천적 검증으로서 AHP기법 및 쌍대분석기법 적용에 따른 상대적 판단으로 도출된 결과와 기존 방법의 절대적 판단으로 도출된 것의 비교를 통한 오차 검증으로 기존 방법의 오류를 지적하고 AHP 및 쌍대분석기법을 적용하는 것에 대한 타당성을 확인하고자 한다.

아래는 비교 검증에 대한 조건과 결과이다.

- AHP기법 및 쌍대분석기법 적용 시와 같은 동일인을 대상으로 실시하되 일관성이 결여되어 탈락된 응답자는 기존 방법의 적용에서도 같은 조건으로 제외한다.

- (표3-7)은 기존 방법으로서 전체가 나열된 상태에서 응답자가 1인씩 상대비교 판단에 의한 렌더링의 의사결정 안으로서 최종 대안의 순위는 CA1 > CA4 > CA3 > CB3 순으로 나타났다.

(표3-7) 렌더링 단계의 우선순위

| 응답자 구분 | CA3 | CB3 | CA4 | CA1 |
|--------|-----|-----|-----|-----|
| 응답자 1 | 4 | 1 | 3 | 2 |
| 응답자 2 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| 응답자 3 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| 응답자 6 | 3 | 2 | 4 | 1 |
| 응답자 7 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| 응답자 9 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| 응답자 10 | 2 | 4 | 3 | 1 |
| 응답자 11 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| 응답자 12 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| 우선 순위 | 3 | 4 | 2 | 1 |

- 다음은 계층별 우선순위 결과를 AHP 및 쌍대비교분석과 기존방법을 매트릭스로 비교하되 오차결과 값은 AHP 및 쌍대비교분석 순위를 기준으로 +, - 순위차로 값을 구하였다(표 3-8).

(표3-8) 렌더링에 대한 AHP 및 쌍대분석과 기존방법에 대한 비교

| 구 분 | CA3 | CB3 | CA4 | CA1 |
|---------|-----|-----|-----|-----|
| 쌍대 분석방법 | 4 | 2 | 3 | 1 |
| 기존방법 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| 오차결과 | 1 | -2 | 1 | 0 |

- 상위에서와 같은 결과에서 볼 때 순위의 오차가 나타났는데, 이는 기존방법의 문제점이 도출된 것에 반해 가장 좋다고 평가되는 안에 대해서는 일치된 점을 볼 수 있다. 따라서 가장 우수한 안을 제외한 오차결과 값이 1 또는 -1 이상인 안에 대해서는 기존방법의 의사결정에 오류가 있다고 볼 수 있으며, 이를 무시한 개발은 상품 경쟁력에 상당한 영향을 가져올 수 있다고 생각되어진다.

그러나 오차 없이 상호 순위가 일치되는 안에 대해서는 그만큼 정확도에 대한 신뢰성을 가져다주는데, 계층구조의 변화에서 같은 계층으로 항상 1순위로 이어져온 안을 보면 Group A → RA1 → CA1로 나타났다. 이는 두 방법 모두가 인정한 가장 정확하고 신뢰성 있는 안으로 판단되며, 실질적으로 해당 아이템을 전개한 사례연구 기업의 최종 안도 AHP기법 및 쌍대분석기법으로 나타난 CA1 안과 같은 안으로 결정되어 타당성의 가치를 더하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 기존 디자인 프로세스 상에서의 품질 저해요인을 개선하고, 대안에 대한 정량적 분석 모델 부재의 문제를 보완하기 위하여 AHP(Analytic Hierarchy Process) 및 쌍대분석(Pairwise Comparison)기법이라는 방법론의 개념 및 절차를 기존 디자인 프로세스의 디자인 전개와 결정단계인 스케치와 렌더링 단계에 적용하였다. 기존에는 많은 분량의 스케치들이 이 단계에서 제작되고 있으며, 이들 스케치들은 디자인 전문가들로부터 그룹핑과 필터링 작업을 거쳐 품평을 통해 안을 정리하는데 체계적이고 정량화된 작업 방법론 없이 전문가의 주관적 느낌에 의한 임의적이고 산발적인 작업들이 수행되고 있다.

이에 본 연구에서는 이와 같은 체계적이지 못한 의사결정단계의 보완 및 리스크 감소와 객관적이고 정량적인 데이터의 산출을 위하여 디자인 전개단계 및 결정단계에 AHP기법 및 쌍대분석기법의 개념을 적용하였다.

사례연구 결과에서 나타난 것처럼 최종 대안의 도출 전 응답자에 대한 일관성 검증으로 응답의 정확성을 기하고, 쌍대비교를 통해 의사결정의 정확성 및 객관성이 입증됐다. 따라서 AHP기법 및 쌍대분석기법은 디자이너들의 디자인 스케치와 렌더링의 대안 비교에 있어서 보다 효율적인 판단을 유도할 수 있으며,

여러 대안들에 대한 평가를 일관성 있게 수행할 수 있도록 도와줌으로서 의사결정의 효율 향상과 최종 디자인 선택시의 리스크를 상당부분 감소시킬 수 있는 것이다.

그리고 각 대안들의 정량적인 순위를 도출하고 여러 감성적인 디자인 결과물들에 대하여 100%의 정확한 디자인 대안의 선택은 아니겠지만 여러 디자인 대안들의 필터링과 의사결정을 수행함에 있어서 기존의 방법 보다는 개선되어 정량적이고 일관적인 기준을 제공해주는 것이다. 그리고 타당성은 사례연구를 통해 입증되었지만 상당부분에 있어서도 주관성 판단의 차를 극복하는 효율적인 방법이 된다.

결과적으로 제품의 품질확보를 위한 디자인 프로세스 개선은 이상에서 연구한 디자인 품질기법을 통한 개발로서 소비자 니즈의 정확한 분석에 의한 컨셉의 제시와 디자인 의사결정의 과학적이고 정량적인 평가를 유도하는 것이다.

끝으로 디자인 품질기법의 효율적인 적용을 통한 프로세스의 개선 안으로서 5단계⁸⁾의 디자인 프로세스 단계 중에서 가장 큰 비중과 문제가 많은 단계로 지적되는 디자인 전개단계와 디자인 결정단계에 대한 제안 내용은 다음과 같다.

우선 전개단계에서는 구상단계까지의 과정에서 분석, 총합화하여 얻어진 해결안의 골격(컨셉)을 기본으로 구체적인 형상화 작업으로서 스케치(컨셉, 러프, 디테일 스케치) 등으로 구체화 하는데, 단계별 디자인 안의 결정은 AHP기법과 쌍대분석기법을 이용해 결정한다. 그리고 디자인 결정단계에서 주의해야 할 사항으로는 의사결정 시 디자인 및 관련부문의 담당자와 사장 혹은 의사 결정권자가 참석한 가운데 의사결정을 진행하도록 한다.

8) 기획단계, 구상단계, 전개단계, 결정단계, 사후관리단계

참고문헌

- 박성현, “다구찌 방법과 통계적 공정관리를 중심으로한 품질공학(Quality Engineering)”, 민영사, 2003.3
- 배도선 외6인, “최신 통계적 품질관리”, 영지문화사, 2003
- 이순인, “디지털시대의 디자인 전략”, DESIGNnet Vol.57, 2002.6
- 조근태, “기술대안의 전략적 평가를 위한 AHP적용에 있어서 평가자 신뢰성을 고려한 가중치 통합”, 경영과학 제19권 제2호, 2002.11
- 조성백,한인구, “AHP를 이용한 신규사업과제의 평가모형개발 및 통신장비회사의 사례연구”, 한국경영과학회지27(1), 2002
- 제갈돈 외, “AHP를 이용한 감사판단기준의 우선순위 선정, 한국지방자치연구 제3권 제1호”, 2000
- 김성용, “AHP를 이용한 VE기법의 기능평가에 관한 사례연구”, 고려대학교대학원 산업공학과 석사학위논문, 1999.12
- 문형돈, “AHP와 컨조인트 분석을 이용한 주관적 인터페이스 사용성 평가 모델개발”, 이주대학교대학원 산업공학과 석사학위논문, 1998.12
- 윤재곤, “ AHP 기법의 적용효과 및 한계점에 관한 연구” , 한국경영과학회지 21 (3), 1996
- T.L.Saaty, “ The Analytic Hierarchy Process” , McGraw-Hill, New-York, 1980
- J.S.Finan and W.J.Hurley, “The analytic hierarchy process: can wash criteria be ignored?”, Computers & Operations Research 29, 2002
- T.L.Saaty, “Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary”, EJOR, 2002
- J.Korpela and K.Kylaheiko and A.Lehmusvaara and M.Tuominen, “An analytic approach to production capacity allocation and supply chain design”, IJPE 78, 2002