

디자인 프로세스에서 평가방법의 문제점과 퍼지이론의 적용

-A survey of evaluation method in the process of product design and the application of fuzzy theory-

곽효연*

Kwack, Hyo-Yean

이상도**

Lee, Sang-Do

Abstract

In the process to design a product, the values of the product will be designed must be considered in respect to the multi-dimensional properties consisted of subjective and objective attributes. As same reason, methods to evaluate the design alternatives in the process must evaluate the overall attributes and relationships among its, also.

In this paper, the defectivenesses of evaluation methods in the process of product design are summarized. One of the severe defectivenesses of the methods is the insufficient rationality of calculation procedure. Then, we introduce the developed quantitative evaluation method to accomodate this defectiveness and to be considered a evaluator's feeling or ambiguity when evaluating design alternatives by means of fuzzy theory, and suggest it's application steps on the process of product design to be used easily.

1. 서론

디자인이란 인간생활의 목적에 따라 실용적이고 미적인 조형을 계획하고 이를 표현하는 것으로서 형태는 예술에 기초를 두고 기능은 과학에 기초를 둔 통합작업이라고 할 수 있다[1][2]. 이러한 디자인 목적을 달성하기 위한 디자인 프로세스에 대한 일반적인 규명은 어렵지만 포괄적으로 문제의 이해(understaning problem), 해결안의 종합(synthesizing solution), 해결안의 평가(evaluation solution)로 그 단계를 나눌 수 있다[3][4][5]. 특히 '해결안의 평가' 문제는 디자인 목표에 대해 제안된 특정 디자인의 총괄적인 가치 또는 효용성을 평가·결정하는 중요한 위치를 차지하고 있다. 소비자의 기호가 다양화되어 가는 오늘날 이러한 평가의 목적을 달성하기

* 동아대학교 산업공학과 박사과정 수료

** 동아대학교 산업공학과 교수

위해서는 제품의 기본적인 기능, 사용자의 생리적인 요구 뿐만 아니라 인식적 경험(cognitive experience), 가치론적 경험(axiological experience)의 충족, 문화적 요소 등과 같은 비시각적·사회적 모델에서도 평가근거가 마련되어야 한다[5].

그러나 지금까지의 디자인 프로세스에서는 이러한 문제를 구체적으로 고려하고 전개하는 객관적이고 과학적인 평가가 미흡한 실정이다. 단지 종전까지는 주로 장인이 만들어가면서 문제가 발생할 때마다 즉시 고쳐나가는 즉, 총합단계의 일부로서 무의식적으로 병행해 나갔으며 또한 평가는 주로 경험이 많고 숙련된 한사람의 시각에 의해서 내면적으로 행하여졌다. 이것은 다분히 주관적이므로 제품의 궁극적인 목표와 요구사항을 모두 고려한 것이라고 볼 수 없다.

보다 효과적으로 디자인의 목표를 달성하기 위해서는 제품이 갖고 있는 제요소들의 주관적/객관적 속성을 평가하고 그 상호관계를 파악할 수 있는 평가방법을 사용해야 한다. 기존의 평가방법들은 계산과정의 합리성이 결여되거나 또는 요인들 간의 상호관계를 부분적으로 평가하기 때문에 비록 최선의 대안이 결정되더라도 평가결과에 대한 신뢰성이 낮다. 그리고 여러 대안을 평가할 때 평가자 각 개인이 갖고 있는 주관적인 느낌 및 모호성을 제대로 반영하지 못하는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 디자인 제요소들에 대한 상호관계를 파악하는데 있어 보다 엄밀한 수리적 방법과 모호성을 동시에 고려할 수 있는 퍼지이론을 적용한 디자인 프로세스를 제시하고자 한다.

2. 디자인 프로세스

2.1 디자인 평가의 기능 및 중요성

디자인 해야 할 대상이 많은 만큼 디자인 프로세스의 내용도 다양하다. 따라서 어떤 종류의 디자인 문제에서도 적용될 수 있는 일반적이고 구체적인 디자인 프로세스를 규명한다는 것은 어려운 일이다. 그러나 일반적으로 디자인 프로세스는 그림 1 과 같이 포괄적으로 '문제의 이해', '해결안의 종합', '해결안의 평가'로 그 단계를 나타낼 수 있다[4].

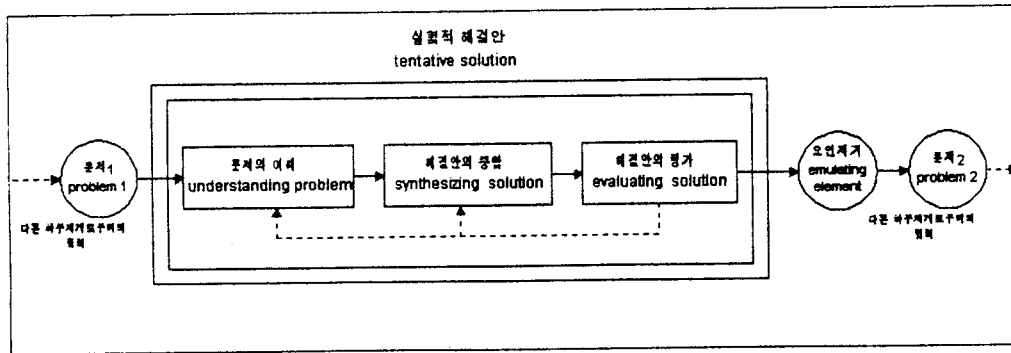


그림 1. 체계내의 디자인 프로세스와 이의 부차성[4]

디자인 프로세스에서는 첫번째 '문제의 이해' 단계에서 디자인 문제의 목표와 제약조건의 평가, 문제의 정의, 요구사항 파악, 문제요소들의 상호관련 분석을 통한 문제구조 파악, 디자인 기준 설정 등이 행하여진다. 이를 통하여 디자인 문제의 성격을 이해하고 다음 단계에서 행해질 아이디어 구상의 방향을 결정하고 디자인 안을 평가할 근거를 마련하는 단계이다. 두번째, '해결안의 종합' 단계에서는 문제의 이해단계에서 분석·정리된 것을 바탕으로 디자이너의 상

상력, 여러가지 창조적 기법을 이용하여 가능한 많은 디자인 대안을 종합하는 단계이다. 전통적인 디자인 프로세스는 대체적으로 이 부분을 말한다. 세번째는 '해결안의 평가' 단계로서 이해되어진 문제의 결과에 따라 해결안을 종합한 후 첫단계에서 규명되어진 문제들이 얼마나 해결되었는지를 평가하여 최상의 해결안을 선정하는 단계이다. 여기서 평가란 디자인 목표에 대해 제안된 특정 디자인의 총괄적인 가치(value) 또는 효용성(utility)을 평가하는 것을 의미한다.

이들 각 단계들은 단순히 직선적이고 순차적으로 진행되는 것이 아니라 순환하는 과정으로서 디자인 프로세스는 문제의 이해, 해결안의 종합, 해결안의 평가의 세 단계를 주기로 하여 또 다른 문제를 야기시키는 부차적인 프로세스이다.

특히, 이러한 디자인 프로세스 상에서 평가의 문제에 집중하여 볼 때, Jay Doblin[6]은 그림 2와 같이 현대사회에서 디자인이 행해지고 이에 의해 생산되어진 제품의 유통과정에서 평가의 위치를 OPMOD(operation model)을 통해 설명하고 있다.

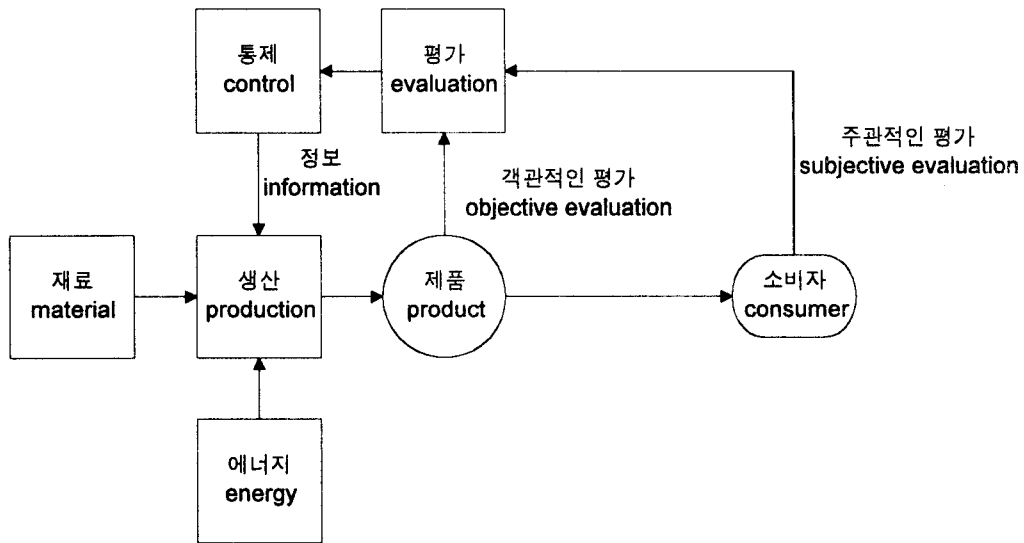


그림 2. 디자인 평가의 중요성[6]

이 모델의 통제단계에서는 경영진에 의해 생산되어질 제품의 목표가 설정되고 이에 의해 디자이너는 목표를 성취하기 위한 디자인을 한 후, 관련정보, 즉 디자인의 기능성, 외양성 및 생산성의 내역을 생산단계로 넘겨주게 된다. 생산단계에서는 통제단계에서 일반적으로 도면의 형태로 제공되는 정보와 재료, 그리고 에너지를 통합하여 하나의 제품을 생산하게 된다. 이렇게 생산된 제품은 소비자에게 전달되기 전에 디자인이 의도대로 생산되었는지에 대한 객관적인 평가가 이루어지게 된다. 이 평가단계에서는 크기, 내구성, 열효율, 비용 등의 제품의 물리적 속성이 평가되며 이 때 일반적으로 이러한 요인의 평가척도가 수량화되어 정량적·객관적인 평가가 행해진다. 이 시점에서의 평가는 평가요인이 정적이고 안정적이어서 비교적 용이하다. 또한 소비자에게 제품이 전달된 후 소비자에 의한 주관적인 평가가 이루어지게 되는데, 이때의 평가는 정성적인 특성을 가지게 된다. 즉, 소비자의 나이, 성별, 민족성, 사회·경제성, 교육정도 등의 요인에 의해 평가가 이루어지게 된다. 소비자는 이러한 요인에 따라 각각 상이한 가치의 인식구조(cognitive structure)를 가지고 있으므로 평가는 이들 요인에 의해 달라진다. 한편, 사람들의 인식구조에는 공통적으로 발견되는 패턴이 있다. 제품은 소비자들의 행동에 영

향을 주어 공통된 패턴을 형성하기도 하고 반대로 이러한 공통된 패턴은 제품의 디자인에 영향을 주는 상호교차적 성격을 가진다. 즉, 소비자들의 제품에 대한 반응이나 형성된 인식구조의 공통패턴에 대한 정보는 통제단계로 피드백된다. 그리고 다시 통제단계에서는 피드백된 정보에 의해 목표를 재설정하거나 디자인을 재수정한다. 따라서 디자인 프로세스 상에서 평가의 문제는 생산단계로 넘겨질 디자인 대안에 대한 평가뿐만 아니라 생산된 제품에 대한 소비자의 반응과 인식패턴을 예측하고 통제해야 하는 중요성을 가지고 있다.

결국, 디자인 된 제품이 “얼마나 기능을 잘 수행하는가?”, 또는 “얼마나 재정 수지를 가져올 것인가?” 등의 요인만을 고려한 일차원적 평가로서는 더 이상 진정한 평가가 이루어질 수 없다. 궁극적으로 사용자의 생리적 욕구뿐만 아니라 인식적 경험(cognitive experience), 가치론적 경험(axiological experience)의 충족, 문화적 요소 등과 같은 요소까지도 평가요인에 포함되는 다차원적 평가가 이루어져야 한다. 디자인 평가는 단지 여러 대안의 랜더링이나 삼차원적 모형 등의 시각적 시뮬레이션만을 근거로 행해질 수 없으며, 디자인에 의해서 생성되어진 제품이 소비자에게 어떻게 받아들여지고, 또한 이에 대한 반응이 어떠한지를 예측할 수 있어야 한다. 이는 비시각적·사회적인 모델도 평가근거로서 인식되어지고 있다는 것이다. 더욱이 인간의 욕구와 사고패턴도 다차원되어 가고 있어 평가의 복잡성은 증가되고 있다[5].

2.2 디자인 평가 기법의 고찰

디자인 평가에 있어서 주로 사용되고 있는 기존의 방법은 순위차트(ranking chart), 평가 매트릭스법(evaluation matrix method), 알파-베타 모형(alpha-beta model), 가중목표법(weighted objectives method) 등이 있다.

순위차트법은 여러 목표들간의 중요성 정도를 파악하기 위한 기법으로서 목표들간의 우선 정도에 대한 서열척도('0' 또는 '1')를 부여한 매트릭스를 작성하고 각 목표에 부여된 점수를 합하여 목표들의 중요성에 관한 순위를 결정하고 있다. 이 기법은 대안들의 목표에 대한 충족 정도를 파악하기 위한 것은 아니다. 순위차트법의 문제는 서열척도의 점수를 합의 연산을 함으로써 그 결과의 타당성이 결여되어 있고 또한 그 중요도는 단지 우위에 대한 2점척도이므로 목표의 상대적인 중요도 정도가 고려되지 않은 것이다.

평가매트릭스법은 순위차트법과 달리 대안의 평가방법이다. 여기서는 다수의 목표(평가기준)에 대한 대안들의 충족도(서열척도로서 3점 척도) 매트릭스를 작성하여 대안의 순위를 정하고 최선안의 선정근거를 마련한다. 따라서 순위차트법과 마찬가지로 서열척도의 점수를 합의 연산을 함으로써 그 결과의 타당성이 결여되어 있다. 또한 목표들의 중요성을 동일수준으로 둬으로써 중요도는 전혀 고려하지 않았다.

알파-베타 모형은 순위차트법과 평가매트릭스법을 혼합한 평가방법으로서 알파(α)는 목표의 중요도, 베타(β)는 대안의 목표(기준)에 대한 충족도를 나타낸다. 따라서 이 기법에 의해서는 α , β 를 동시에 고려함으로써 대안의 평가를 단순히 목표에 대한 충족도로서만이 아니라 목표의 중요도에 따라 평가할 수 있다. 이의 내용 및 문제점은 위의 두 방법과 대체적으로 유사한 특징을 가진다. 그러나 순위차트법과는 달리 전체 목표의 중요도의 합을 $1(\sum \alpha)$ 로 하는 상대적 중요도를 고려하였으며 대안의 목표에 대한 충족도(β)는 9점 척도(언어적 척도 5점 척도)로서 부여하게끔 하였다. 결국 $\sum \alpha \beta / \sum \alpha$ 를 평가척도로 하여 대안을 평가한다. 그러나 계산절차의 합리성이 결여되어 있고 등간성 및 비율성이 없는 서열척도의 연산으로 결과해석의 타당성을 보장할 수 없다. 또한 β 값(대안의 목표에 대한 충족도)의 결정시 여러 대안의 상대적인 비교가 이루어지지 않고 독립적으로 평가하여 점수가 부여됨으로써 평가의 타당성이 결여되기 쉽다.

가중목표법은 제시된 4가지 평가방법 중 가장 강력한 기법이라고 할 수 있다[7]. 이 평가방법에는 목표(기준)에 대한 상대적인 가중치를 부여할 때 가중치의 합이 1 이 되도록 상대적인

가중치를 부여한다. 그리고 이 목표들에 대하여 성능 파라메타(performance parameter)를 설정한다. 한편, 대안들의 각 목표 만족정도를 평가할 때 각 대안들이 지닌 성능파라메타가 목표의 성능파라메타를 충족시키는 정도를 9점 척도를 사용하여 등급(절대평가)을 매긴 후 이 등급과 해당 목표의 가중치를 곱하여 효용가치를 얻는다. 각 목표에 대한 대안의 효용가치를 모두 더 하므로써 각 대안이 갖는 총합적 효용가치를 얻게 되며 이때 가장 큰 값을 지닌 대안이 최선의 해결안으로 선택된다. 이 가중목표법은 목표들에 대해서는 상대적인 비교를 행하지만 각 목표에 대한 대안들을 평가시 절대평가를 통해 등급을 매긴다. 한편 절대적인 평가를 통해서 얻은 등급을 표준화(normalize)시키므로써 상대적인 크기차이를 비교할 수 있다. 따라서 각 목표에 대하여 대안 평가치를 표준화하여 표준화한 대안 평가치 값과 각 목표들의 가중치값을 곱하여 효용가치를 구한 후 이들을 모두 가산해서 가장 큰 값을 지닌 대안을 선택하는 것이 보다 바람직한 방법이라 할 수 있다.

3. 퍼지이론을 적용한 평가기법 및 적용절차

디자인 프로세스는 디자인 문제의 이해와 정의를 행한 후 목표들을 달성하기 위해 디자인 문제를 해결할 수 있는 디자인 대안들을 종합하여 규명된 문제 측면에서 어느 대안이 최선의 해결안 인지를 가려내는 평가단계를 거치는 일련의 문제해결 과정이다. 이 중 디자인 대안들의 여러 속성·요인들을 이미 확정된 기준에 의해 평가하고 결정하는 것은 한 행위의 목적과 그 행위의 실행에 대한 비교로서 그리고 실행에 따른 결과를 미리 측정하는 것으로서 디자인 활동에서 중요한 부분을 차지한다. 그러므로 추구하고자 하는 디자인 목표와 관련된 디자인 대상의 다차원적 속성을 측정하고 속성들의 상호관계를 포함한 적절한 디자인 평가방법의 적용에 의해서 good design에의 접근이 가능하게 된다[8].

디자인될 제품은 다양한 요구사항의 명세와 그 결과들을 충족시켜야 하는 주관적/객관적 속성들로 구성되는 다차원 속성체이다. 따라서 디자인 대안의 평가는 각 대안이 갖고 있는 이런 속성들의 평가를 통해 여러 디자인 대안들 중에서 주관적/객관적 속성들을 충족시켜주는 대안을 선택하는 것이다. 숙련된 한 사람의 시각에 의한 평가가 아닌 평가기준에 따라 속성들을 평가하기 위한 보다 과학적인 평가방법으로서 순위법, 평가 매트릭스, α - β 모형, 가중 목표법이 사용되어 왔다. 그러나 이들 방법들은 수리적인 엄격성의 결여와 목표(기준) 및 속성들 간의 상호관계(상대적인 중요도)를 제대로 파악하지 못하므로써 이런 문제점들을 해결할 수 있는 새로운 평가기법의 도입이 요구된다.

따라서 본 연구에서는 기존의 평가기법의 수리적 엄격성의 문제를 보완하고 디자인 평가시 많이 발생하는 인간의 주관적 판단을 반영하기 위한 기법 및 절차를 제시하고자 한다. 계층분석법은 다기준 의사결정문제를 수리적 분석을 이용하여 해결하는 기법으로 문제를 계층구조화한 후 여러 대안들을 쌍비교 방법을 사용하여 평가기준에 따라 평가한 후 최종 목표에 대한 가장 좋은 대안을 선택하는 것으로서 정량적 요소뿐만 아니라 주관적이고 정성적인 요소까지 고려하기 때문에 다른 평가방법보다 적용분야가 다양하다. 특히 표본이 작거나 통계적 방법이 적절하지 못할 때 적용이 가능하고 인간판단의 일관성 측정이 가능하고 인간판단 분포에 대한 통계적 가설이 불필요하다는 이점을 갖고 있기 때문에 인간의 주관적인 판단 문제 또는 인간 공학적 문제에 적용되어 왔다. 나아가 이 기법에서는 각 요소들의 상호관계에 대한 주관적이고 정성적인 쌍비교를 행할 때 인간 판단이 모호함 및 느낌을 반영하기 위해 퍼지이론의 적용이 개발되어 왔다. 이러한 퍼지계층분석법은 디자인 프로세스를 문제해결과정으로 보는 관점에서 문제해결을 위한 수리적 분석기법이며 디자인 해결안 평가시 주관성을 정량화 할 수 있는 평가방법으로 새로운 디자인 평가방법으로서 적용이 가능하다.

퍼지계층분석법(fuzzy hierachical analysis)[9]은 퍼지입력데이터를 발생시키는 입력인터페이스

이스와 이 데이터를 퍼지계산알고리즘으로 계산하고 이 계산알고리즘으로 부터 얻은 최종 퍼지결과값을 그래프로 나타내는 출력 인터페이스로 구성되어 있다. 그리고 퍼지이론에 익숙하지 않은 평가자가 퍼지계층분석법을 보다 쉽게 사용할 수 있도록 이 입력 인터페이스/출력 인터페이스는 사용자 중심의 그래픽으로 표현되어진다.

입력인터페이스에서는 전체 수준수, 각 수준을 구성하는 구성요소 수, 각 수준에 대하여 대안을 평가하는 기준간의 관계 즉, 불완전 또는 완전계층구조의 특성을 입력하므로써 그림 3 과 같이 해당 디자인 문제를 계층구조로 표현하고 퍼지비를 생성한다. 따라서 최상위 수준인 첫번째 수준에는 주어진 디자인 목표, 두번째 수준에는 목표를 만족시킬수 있는 디자인 속성(대안 평가기준) 그리고 디자인 대안들이 최하위 수준에 놓이는 계층구조를 만든다. 퍼지비 생성은 두 디자인 대안을 쌍비교하여 기준에 대한 상대적인 충족도를 판단할 때 나타날 수 있는 8가지 어의적 유형들을 표현한 것이며 두 대안을 쌍비교할 때에는 확정적인 숫자 또는 사다리꼴 퍼지수로 구성되는 퍼지수를 사용할 수 있다. 충족도를 나타내는 어의와 Scale 값을 선택하므로써 대안들에 대한 평가 퍼지행렬이 만들어지고 이것은 대안들의 퍼지 가중치를 계산하는 입력데이터 file이 된다. 퍼지가중치 계산방법은 산술평균, 기하평균, 가중평균을 임의적으로 선택할 수 있다.

각 대안들의 최종적인 목표충족도를 나타내는 최종퍼지가중치는 출력인터페이스로 보여준다. 출력인터페이스를 통해 주어진 디자인 문제의 계층구조와 각 기준들의 목표충족도, 대안들의 목표충족도를 나타내는 최종 퍼지 가중치를 함께 얻을 수 있다. 또한 마지막 수준인 디자인 대안들에 대한 최종퍼지가중치(목표충족도)의 소속함수 그래프와 α -cut 값을 구할 수 있다. 그림 4 는 출력 인터페이스를 보여준다.

퍼지계층분석을 이용한 디자인 프로세스는 다음의 절차를 따른다.

- (1) 생산되어질 제품의 목표에 의해 디자인 문제의 이해와 정의를 행한 후 디자인 목표를 설정한다.
- (2) 이 목표를 달성하기 위한 여러 디자인 기준(기능성, 외양성, 생산성 등)을 설정하고 문제요소들의 상호관련성을 분석하여 디자인 문제의 구조를 결정한다.
- (3) 디자인 목표를 충족시킬 수 있는 주관적/객관적인 속성들로 구성되는 다양한 디자인 대안들을 창출한다.
- (4) 창안한 디자인 대안들을 평가한 후 최적의 대안을 선정하기 위해 퍼지계층분석법을 사용한다. 디자인 대안 평가자는 단계 (2)에서 결정된 디자인 문제의 계층구조, 총 계층수, 그리고 디자인 기준수와 단계 (3)에서 결정된 디자인 대안수를 입력하므로써 입력 인터페이스 상에 해당 디자인 문제의 계층구조와 퍼지비를 생성시킨다.
- (5) 평가자는 이 입력 인터페이스 상에 표현된 계층구조의 최하위 수준부터 순차적으로 수준을 구성하는 요소들을 쌍비교한 후 기준 및 대안들이 가질 수 있는 충족도를 나타내는 어의(퍼지비 생성)와 scale 값을 선택하여 평가 퍼지 행렬을 만든다.
- (6) 그리고 퍼지계산 알고리즘을 읽어들이어 3가지 종류의 퍼지가중치 계산방법 중 목적에 적합한 한 방법을 선택하여 단계 (5)에서 구성된 평가 퍼지행렬을 계산하게끔 한다.
- (7) 계산이 끝난 후 최종퍼지가중치를 나타내는 출력인터페이스를 통해 최선의 디자인 평가 기준과 디자인 대안을 선정한다.

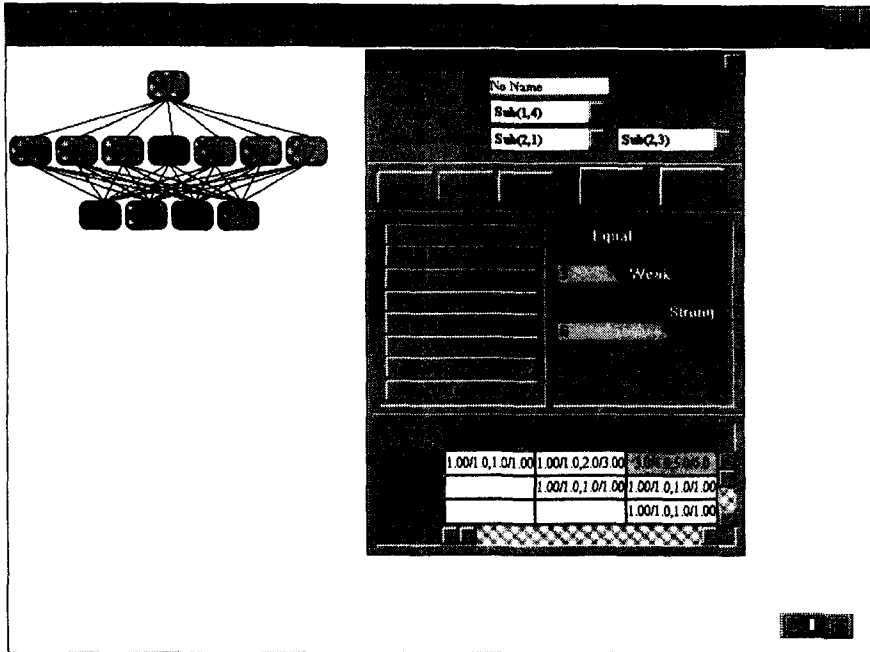


그림 3. 퍼지계층분석을 위한 입력 인터페이스

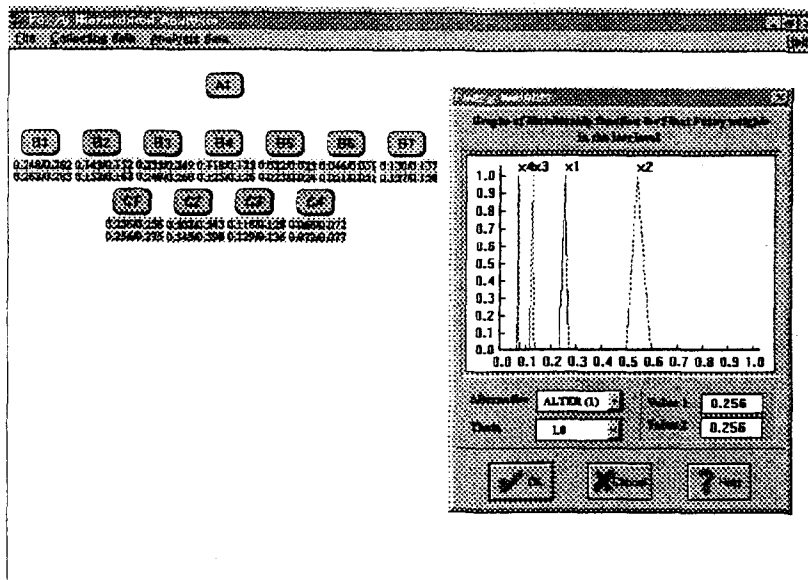


그림 4. 퍼지계층분석법의 출력 인터페이스

4. 결론

디자인 행위는 인간의 독특한 행위로서 어떤 이미지나 계획이 선행되고 그것을 실현하는 문제해결 프로세스로 정의할 수 있으며 이는 문제의 이해, 해결안의 종합, 그리고 해결안의 평가단계를 거친다. 이 중 해결안의 평가과정에서 사용되는 평가기법은 대안적 해결안이 지닌 주관적 속성 및 객관적인 속성들에 대한 정량적이고 상대적인 평가가 가능해야 한다. 그러나 이미 사용되고 있는 기법들에서는 이런 필요요건들이 제대로 갖추어져 있지 않은 실정이다.

알파-베타모형과 가중목표법은 순위차트법과 평가메트릭스방법과는 달리 목표들의 상대적인 중요도를 고려하였지만 대안들의 목표에 대한 충족도는 서열척도의 연산에 의해 정해짐으로써 결과해석의 타당성 부족이라는 공통적인 한계성을 가진다. 비록 알파-베타모형과 가중목표법이 목표들의 상대적인 중요도를 고려하더라도 평가자가 갖고 있는 판단의 모호성을 충분히 반영하지 못한다. 그러나 퍼지계층분석법은 수리적인 엄격성을 유지하면서 두 평가요소에 대한 상대적인 평가를 할 때 확정적인 수와 퍼지수를 사용하므로써 평가자가 갖고 있는 주관적인 판단의 모호성을 반영할 수 있기 때문에 기존의 평가기법들의 한계점을 해결할 수 있는 새로운 디자인 평가기법이 될 수 있다.

참고문헌

- [1] 임 연용, 디자인 방법론연구, 미진사, pp. 9, 1992
- [2] 임 연용, 현대 디자인론, 학문사, pp. 11, 1986
- [3] Page, J.K., "Review of Papers at Presented at the Conference", *In conference on design method* ed. Jones, J.C & Thornley, P.G., Pergamon Oxford, pp. 207-210, 1963
- [4] Popper, K. R., *Objective Knowledge : An Evolutionary Approach*, Charendon pres, Oxford, pp. 153-181, 1983
- [5] 이 건표, 디자인 방법론에 관한 연구, 한국과학기술대학, pp. 116, 1987
- [6] doblin, Jay., "Information and Design-The Essential Relation", *Information Design Journal*, Vol. 1, pp. 159-166, 1980
- [7] 지 해천 · 정 의철(譯), 니이첼 크로스(저), 디자인 방법론, 미진사, pp. 95-113, 1993
- [8] 우 흥룡, 정성적 디자인가치의 수량화 연구, 한양대학교, 박사학위논문, 1990
- [9] Son, I.M., Kwack, H.Y., & Lee, S.D., "A Development of Input and Output Interfaces for Fuzzy Hierarchical Analysis", *Proceeding of 20th International Conference on Computer & Industrial Engineering*, pp. 109-112, 1996