

신뢰성 있는 제품개발을 위한 퍼지 AHP 기반의 의사결정방법론

- Fuzzy AHP based Decision-Making Methodology for Reliable Product Development -

서 광 규 *
Seo Kwang Kyu

Abstract

This paper aims to construct an effective decision making model on selection of product design in product development using fuzzy AHP technique. It is expected that this paper contributes to enhancement of company's market competitiveness by shortening the lead time to develop a new product and minimize initial investment. The proposed model using fuzzy AHP enables quick decision making by integrating and analyzing all customer requirements related to a product. In addition, it can deal with vagueness and uncertainty of decision making process using fuzzy set theory. Decision making processes for evaluating the best selection of product design are also constructed to describe the exact concept of development. A tennis racket is shown as an example. The proposed model is expected to be applied in various fields of managerial decision making processes as well as of product development process.

Keyword : Decision Making, Fuzzy AHP, Customer Requirement, Product Development

1. 서 론

현재 기업들은 신제품을 타 기업의 제품보다 경쟁우위를 갖는 제품을 생산하려고 한다. 하지만 기업이 현재의 경쟁적이고 글로벌화된 산업환경에서 경쟁우위를 갖는 제품을

* 상명대학교 산업정보시스템공학과 교수

개발하는 것은 쉬운 일이 아니다. 신제품 개발시 타제품에 비하여 경쟁우위를 확보하기 위해서 품질, 비용, 납기의 전통적 요인들을 중요하게 고려하여 왔다. 그러나 최근의 산업환경에서는 신제품을 개발하는 과정에서 이러한 전통적인 요인들뿐만 아니라 고객의 요구사항들이 중요한 요인이 되었다. 즉, 제품을 개발하는 과정에서는 반드시 고객들의 요구사항들을 정확하게 반영하여 의사결정을 내리고, 신제품 개발하지 않으면 안된다.

의사결정(decision making)이란 목적하는 결과를 얻기 위하여 다수의 평가요인에 대한 각 대안들의 수행도 혹은 적합도를 평가함으로써 최적의 대안을 선택하는 과정을 말한다. 이러한 의사결정과정은 평가요인의 다양성과 이들 간의 계층적 구조로 인한 문제의 복잡성 때문에 의사결정자로 하여금 쉽게 합리적 판단을 이끌어 낼 수 없게 한다. 또한 실제 의사결정과정에서 무시할 수 없는 이들 간의 상대적 중요도까지 고려해야 한다면 그만큼 의사결정을 내리기란 결코 쉬운 일이 아니다.

최근 기업들은 더욱 복잡해지는 기업환경의 변화로 불확실성이 증대되고 있는 가운데 의사결정의 어려움이 가중되고 있다. 특히, 요즘과 같은 정보화 시대에 있어서 밀려들어 오는 경영정보를 중심으로 의사결정을 하고자 할 경우 보다 체계적이고 과학적인 방법을 이용하지 않으면 그 결과에 대한 위험부담은 커질 수 밖에 없다.

따라서 이와 같은 다수 평가요인을 갖는 의사결정문제를 해결하기 위해 제안된 방법으로 AHP 기법이 유용하다 [7]. AHP 기법은 제시된 평가요인들에 기초하여 선택 가능한 각 대안들을 쌍대비교하여 우선순위를 부여하는 방법으로서 평가요인들간의 상대적 중요도를 먼저 도출하고, 각 대안들이 일련의 평가요인하에서 선호되는 정도를 계량화하여 분석하는 기법이다. 그러나 의사결정의 대상이 되는 현실 세계 문제들은 매우 가변적이며 불확실한 경우가 일반적이고, AHP에서 사용하는 평가요소간 상대적 중요도 척도 역시 인간의 애매한 언어적 표현으로 이루어져 있으므로 기존의 표현방식을 그대로 사용할 경우, 표현의 부정확성 문제로 인하여 불확실성의 처리가 불가능하다는 문제점을 피할 수 없다 [1-2]. 그러므로 불확실성 문제를 내부에 반영하여 모형화할 수 있는 방법론이 요구된다.

1965년 자데(Zadeh)에 의하여 제안된 퍼지 이론은 불확실성 문제를 모호성 즉, 퍼지 정도에 기인한 불확실한 특성을 내부에 반영할 수 있도록 기존의 이론을 확장한 것이다 [2]. 그러므로 퍼지이론은 실세계 문제의 불확실성 개념을 다룰 수 있는 보다 효과적인 방법론으로 간주되어 여러 분야에서 성공적인 응용 사례들이 보고되고 있다 [3-5, 8-9]. 이러한 퍼지이론의 장점을 도입하여 제안된 방법이 퍼지(fuzzy) AHP이다.

퍼지 AHP는 AHP에서 사용하는 평가요소간 상대적 중요도 척도가 언어적 표현으로 이루어져 있음에 착안하여 제시된 기법으로 기본적인 연산과정은 AHP와 같지만, 연산 과정에 사용되는 데이터가 보통의 수가 아닌 퍼지수라는 점이 AHP와 다르다 [6]. 즉, 퍼지 AHP에서는 설문을 통한 데이터 수집에 있어서 설문자들의 퍼지한 생각을 반영

시켜 데이터 자체를 퍼지한 것으로 보고 이를 퍼지수로써 정의한다. 이 기법에 의하면 평가요인간 상대적 중요도에 대한 애매함을 극복할 수 있다.

본 논문에서는 제품을 개발하는 과정에서 퍼지 AHP를 이용하여 가장 우수한 대안을 결정하기 위한 방법론을 제안한다. 본 연구의 목적은 먼저, 제품개발에 있어서 설계자가 최소의 비용으로 최대의 성과를 거둘 수 있는 최적 제품 설계를 선정하기 위한 의사결정의 기본 모형을 제공함으로써 이를 쉽게 적용하여 제품개발기간을 단축하고자 한다. 둘째, 고객의 사용욕구를 만족시키기 위한 요인들을 통합적으로 파악하고 분석하여 신속하게 결과를 도출하여 의사결정을 할 수 있도록 한다. 마지막으로 제품 개발시 개발초기단계에서 정확한 제품개념을 제시하는 것이다.

2. 관련 이론

2.1 AHP(Analytic Hierarchy Process)

1980년대 미국의 Satty [7]에 의해 소개된 AHP 기법은 제시된 기준들에 기초하여 선택 가능한 각 대안들에 대해 쌍대비교하여 우선순위를 부여하는 방법으로서 의사결정 요인들간의 상대적 중요도를 먼저 도출하고, 하위 대안들이 일련의 평가요인하에서 선호되는 정도를 계량화하여 종합하여 분석하는 기법을 말한다. 이 기법은 의사결정의 전과정을 여러 계층으로 나누고 이를 단계적으로 분석함으로써 복잡한 문제에 쉽게 접근할 수 있을 뿐만 아니라, 최적의 선택안을 찾아내기에 매우 효과적이기 때문에 정부, 공공기관, 컨설턴트 회사에 의해 복잡한 정책과 계획을 수립하는데 많이 활용되고 있다 [3, 7, 9].

2.2 퍼지 AHP

퍼지 AHP 방법은 기본적으로 기본 AHP 방법과 같다. 다만, 연산과정에 사용되는 데이터가 보통의 수가 아닌 퍼지수라는 점이 기존 AHP 방법과는 다르다. 즉, 퍼지 AHP에서는 설문용 통한 데이터 수집에 있어서 설문자들의 퍼지한 생각을 반영시켜 데이터 자체를 퍼지한 것으로 보고, 이를 퍼지수로써 정의한다. 그리고, 이 퍼지수를 가지고 쌍대비교행렬을 작성하여 평가요인별 상대적 중요도와 각 대안별 평가점수를 산출한다. 퍼지수에는 삼각 퍼지수(triangular fuzzy number), 사다리꼴 퍼지수(trapezoidal fuzzy number) 등 몇 가지가 있으나, 퍼지 AHP에서는 가장 일반적인 삼각퍼지수를 주로 사용한다.

3. 대안의 설정 및 모형 구조

3.1 제품의 평가기준 설정

아무리 우수한 제품이라 하더라도 고객의 사용 요구사항과 일치하지 않고 생산자 위주로 생산된다면 제품가치는 그 성능에 비교하여 크게 떨어지게 되며, 이는 매출의 감소를 유발하여 결국에는 개발 프로젝트의 실패로 귀결될 것이다.

본 연구에서는 테니스 라켓을 대상으로 고객의 정확한 니즈의 파악과 가치 있는 제품을 생산하기 위한 대안을 결정하기 위하여 품질, 고객만족의 2가지 상위기준과 가격, 특성, 디자인, 무게, 밸런스, 헤드사이즈의 6가지 하위기준으로 나누어 연구하였다(본 연구에서는 스트링, 텐션, 거트 등 사후관리가 편한 요인은 배제하였다).

3.2 대안의 설정 및 모형구조

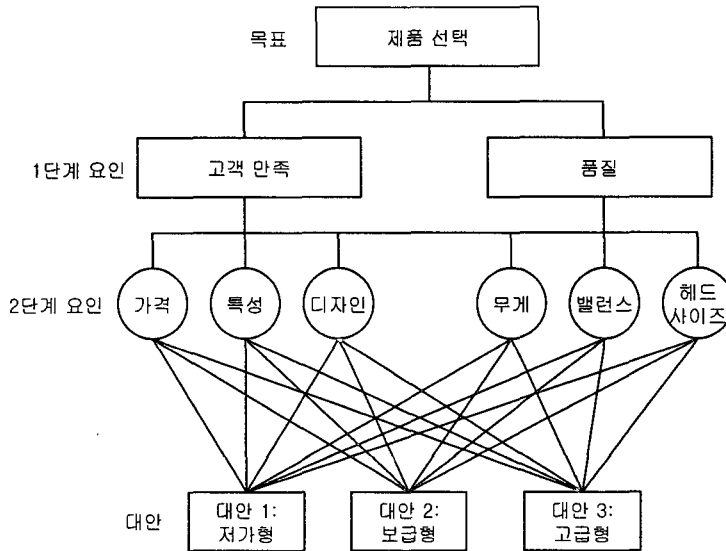
테니스 라켓 시장의 환경내에서 가장 시장 적응력과 지배력이 뛰어난 제품을 생산하기 위해서는 어떤 제품을 생산할 것인가를 결정하는 것이 매우 중요한 사안이다. 따라서 대안의 선택은 전체 시장 상황과 제품의 고유한 특성 등을 고려하여 가장 일반적이고 보편적이면서 제품의 특성을 잘 반영하였다고 판단되며 많은 사람들의 의해서 추천된 “가격 별” 대안 3가지로 결정하였다.

첫 번째 대안으로 경력 3~5년 이하의 중급자를 대상으로 제품의 가격을 책정하고 생산하는 것이다. 중급자의 경우 초보자와는 달리 자신이 사용하는 라켓의 특성, 밸런스 등을 스스로 알고 자신에게 맞는 제품을 구매하므로 제품가격도 당연히 증가한다.

두 번째 대안으로는 초보자를 대상으로 하는 저렴한 테니스 라켓을 생산하는 것이다. 초보자의 경우 밸런스와 라켓의 특성, 헤드사이즈 등에 대해서 구분능력이 없기 때문에 라켓의 가격을 낮추어야 고객의 구매 욕구를 충족시킬 수 있다.

세 번째 대안으로는 고급사용자 또는 전문가를 위한 소수의 라켓을 생산하는 것이다. 이는 제품자체가 고급화되므로 제품의 가격 또한 현저하게 증가한다. 가격 책정을 높게 할 수 있다는 것은 제품의 성능을 보다 우수하게 생산 할 수 있는 기본 여건이 제공된다는 것이므로 전문가를 대상으로 한 Market share만 확보 가능하면 제품의 매출은 비교적 일정한 수준으로 유지할 수 있고 지속적인 시장 점유율의 증가도 가능케 할 수 있다.

고객들은 테니스 라켓 이외의 다른 제품도 일반적으로 보급형의 제품을 가장 많이 구매한다. 이는 저가형보다는 고급스러움을 느낄 수 있고 고급형에 비해서 제품의 질이 크게 떨어지지 않기 때문이다. 제안된 전체적인 계층모형구조는 < 그림 1 >과 같다.



< 그림 1 > 제안된 대안의 계층모형구조

4. 퍼지 AHP를 이용한 의사결정

4.1 설문지를 통한 가중치 및 우선 순위의 판단

설정된 모형에 따라 테니스 라켓 신제품 개발에 있어서의 최적의 디자인을 선정하기 위한 방법으로 우선 순위를 설정하기 위해서 일반 테니스동호회의 회원들 5명을 대상으로 설문조사를 실시하였고, 그 중 성실치 못한 답변 2부를 제외한 총 3부의 설문지를 퍼지 AHP 기법의 분석자료로 사용하였다.

설문자료에서 일관성을 유지하기 위하여 비교 부분만을 산출하여 쌍별 비교 행렬의 각 행렬값의 평균값은 Satty의 1, 3, 5, 7, 9 척도를 적용하여 퍼지 AHP기법으로 분석하였다. 평가요인 설문자료는 다음과 같다.

요인 평가자	2 단계 요인						1 단계 요인	
	가격	특성	디자인	무게	밸런스	헤드 사이즈	고객 만족	품질
평가자 1	3	1		5	1		1	1
	7		1	1		1		
		5	1		7	1		
평가자 2	5	1		7	1		3	1
	7		1		5	1		
		3	1		5	1		
평가자 3	5	1		7	1		1	1
	9		1	9		1		
		7	1		5	1		

4.2 퍼지 AHP에 의한 의사결정

본 절에서는 퍼지 AHP에 의한 의사결정과정을 단계별로 설명하기로 한다.

단계 1 : 설문에서 얻은 데이터들을 삼각 퍼지수로써 정의한다. 퍼지수에는 삼각 퍼지수, 사다리꼴 퍼지수 등 다양한 퍼지수가 있는데, 본 연구에서는 가장 보편적인 삼각 퍼지수를 적용하기로 한다. 삼각퍼지수는 기본적으로 (a_1, a_2, a_3) 와 같이 세 개의 값으로 구성되는데, 소속함수는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다(단, 삼각퍼지수 \tilde{A} 와 α -cut \tilde{A}_α 는 퍼지수)

$$\mu_{\tilde{A}(x)} = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (1)$$

평가요인 설문자료를 삼각퍼지수로 정리하면 다음과 같다.

퍼지수	소속함수
$\tilde{1}$	(1, 1, 3)
\tilde{X}	(X-2, X, X+2) for X=2, 3, 4, 5, 6, 7
$\tilde{9}$	(7, 9, 9)

단계 2 : 설문에서 얻은 데이터들을 삼각 퍼지수를 사용하여 쌍대비교 행렬을 작성하고, 복수평가자의 의견을 반영하기 위해 이 퍼지수들의 평균값을 구하여 이들로 구성된 하나의 행렬을 얻는다.

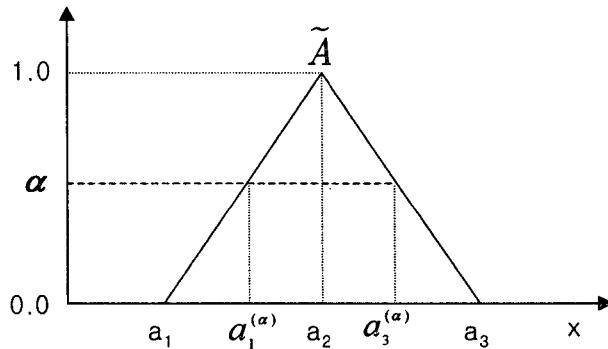
	가격	특징	디자인
가격	(1, 1, 3)	(2.33, 4.33, 6.33)	(5.67, 7.67, 9)
특징		(1, 1, 3)	(3, 5, 7)
디자인			(1, 1, 3)
	무게	밸런스	헤드사이즈
무게	(1, 1, 3)	(4.33, 6.33, 8.33)	(4.33, 6.33, 7.67)
밸런스		(1, 1, 3)	(3.67, 5.67, 7.67)
헤드사이즈			(1, 1, 3)

단계 3 : 단계 2에서 얻어진 퍼지평균값들에 α -cut을 적용한다. α -cut은 퍼지수를 실제적으로 계산하기 위한 보통의 수로 바꿀 때 사용하는 비퍼지화의 개념으로 그림 2에 삼각퍼지수 \tilde{A} 와 α -cut을 나타내었다. 삼각퍼지수에 의한 α -cut은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다. 본 연구에서는 $\alpha = 0.5$ 를 사용하였다. 단, 는 α -cut으로 구성된 집합의 하한이고, 은 상한을 나타낸다.

$$\forall \alpha \in [0, 1]$$

$$\tilde{A}_\alpha = [a_1^{(\alpha)}, a_3^{(\alpha)}] = [(a_2 - a_1)\alpha + a_1, -(a_3 - a_2)\alpha + a_3]$$

(2)



< 그림 2 > 삼각퍼지수 \tilde{A} 와 α -cut

α -cut을 적용한 결과는 다음과 같다.

	가격	특징	디자인
가격	[1, 2]	[3.33, 5.33]	[6.67, 8.33]
특징		[1, 2]	[4, 6]
디자인			[1, 2]
	무게	밸런스	헤드사이즈
무게	[1, 2]	[5.33, 7.33]	[5.33, 7]
밸런스		[1, 2]	[4.67, 6.67]
헤드사이즈			[1, 2]

단계 4 : 단계 3을 통해 상한값과 하한값이 계산되면, 이를 최종 실수값으로 변환시키기 위해 선형 조합값 λ 를 적용하여 쌍대비교 행렬을 얻는다. 본 연구에서는 중간정도의 값인 0.5를 사용하여 평가에 있어서 균형있는 값을 가지도록 하였다. 선형조합의 적용식은 식 (3)과 같다.

$$\tilde{a} = \lambda a_1^{(\alpha)} + (1 - \lambda) a_3^{(\alpha)} \tag{3}$$

	가격	특징	디자인
가격	1.5	4.33	7.5
특징	1/4.33	1.5	5
디자인	1/7.5	1/5	1.5

	무게	밸런스	헤드사이즈
무게	1.5	6.33	6.17
밸런스	1/6.33	1.5	5.67
헤드사이즈	1/6.17	1/5.67	1.5

단계 5 : 단계 4를 통해 얻어진 쌍대비교 행렬을 바탕으로 AHP 방법을 적용하여 상대적 중요도를 계산하면 다음과 같다.

	가격	특징	디자인	열평균
가격	(0.805+0.718+0.536)/3			0.686
특징	(0.124+0.249+0.357)/3			0.243
디자인	(0.072+0.03+0.107)/3			0.071
열의 합				1

	무게	밸런스	헤드사이즈	열평균
무게	(0.824+0.791+0.463)/3			0.692
밸런스	(0.087+0.187+0.425)/3			0.233
디자인	(0.089+0.022+0.113)/3			0.075
헤드사이즈				1

단계 6 : 1 단계 요인에 대해서도 단계 1부터 단계 5의 과정을 반복한다. 결과는 다음과 같다.

	고객만족	품질	열평균
고객만족	(0.750+0.571)/2		0.661
품질	(0.250+0.429)/2		0.339
열의 합			1

단계 7 : 동일 1 단계 요인 내에서의 2 단계 요인의 상대적 중요도를 산출하기 위하여 단계 6에서 얻어진 1 단계 요인의 상대적 중요도를 곱하여 최종 상대적 중요도를 얻는다. 결과는 다음과 같다.

	가격	특징	디자인	고객만족	무게	밸런스	헤드사이즈	품질
최종 상대적 중요도	0.398	0.149	0.043	0.590	0.283	0.095	0.031	0.410

단계 8 : 각 대안에 대해 평가요인별로 부여한 퍼지수에 앞서 구한 최종 상대적 중요도를 곱하고 이를 합산하여 순위별 퍼지수를 구한다.

요인 \ 대안	보급형	저가형	고급형
가격	(3.172, 4.081, 4.081)	(1.360, 2.267, 3.174)	(0.453, 0.453, 1.360)
특징	(0.803, 1.125, 1.446)	(0.803, 1.125, 1.446)	(0.161, 0.482, 0.803)
디자인	(0.233, 0.372, 0.420)	(0.140, 0.233, 0.327)	(0.047, 0.140, 0.233)
무게	(1.098, 1.412, 1.412)	(0.785, 1.098, 1.412)	(0.157, 0.470, 0.785)
밸런스	(1.098, 1.298, 1.298)	(0.144, 0.433, 0.721)	(0.144, 0.144, 0.433)
헤드사이즈	(0.190, 0.267, 0.344)	(0.191, 0.267, 0.344)	(0.038, 0.038, 0.115)
최종 수행도	8.132	5.423	2.046

최종순위퍼지수에 α -cut을 적용한 후 λ 에 대해 선형조합을 적용($\alpha=\lambda=0$)한다. 최고치를 갖는 대안(보급형 : 8.132)을 최적의 대안으로 선정하였다.

일반적으로 고객들은 테니스 라켓 이외의 다른 제품도 일반적으로 보급형의 제품을 가장 많이 구매한다. 이는 저가형보다는 고급스러움을 느낄 수 있고 고급형에 비해서 제품의 질이 크게 떨어지지 않기 때문이다.

위에서 퍼지 AHP를 이용했을 경우 역시 보급형 제품의 최종수행도가 높게 나왔다는 것은 결국 구매자와 공급자 양 쪽 모두 가격적인 면을 중요시했기 때문이다.

4.3 제품 설계 결정 프로세스 제안

고객이 의사결정을 할 경우, 한번의 의사결정이 중요하게 고려되어지기 때문에, 의사결정을 위한 퍼지 AHP 기법 적용이 반복적으로 수행되지 않는다. 하지만, 생산자의 경우, 생산 제품의 디자인 선정은 고객의 경향이나 마케팅의 영향 등 여러 외부적인 요인에 의해 의사결정을 반복적하여 해야 하는 경우가 대부분이다. 반복적인 의사결정시 세부적인 판단 기준이나 의사결정 모형을 다시 설정해야 하는 비합리적인 작업 방식을 발생시키기도 한다. 결국 합리적이고 상황 적응력이 뛰어난 의사결정기법의 일관된 프로세스 개발은 의사결정 기법 자체의 개발만큼이나 생산자에게는 중요한 문제이다.

이러한 신제품 설계 결정 프로세스 개발에 있어서 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

먼저 변환된 상황에 합리적인 대응이 가능한 프로세스를 개발하는 것이다. 변화된 상황에 대한 대응이 합리적이지 않다면, 의사결정 기법자체를 다시 적용시키는 편이 시간적인 낭비를 초래하더라도 결과적으로는 더 적절한 의사결정을 할 수 있기 때문이다.

두 번째는 신속한 의사결정이 가능한 프로세스를 개발하는 것이다. 신속한 대응이 불가능하다면, 의사결정이 늦게 이루어져 시장의 변화된 상황에 적절하게 대응하기가 어렵기 때문이다.

이러한 조건을 고려하여 본 연구에서 제안하는 의사결정 프로세스는 다음과 같다.

단계 1 : 상황 파악

변화된 상황 하에서의 적절한 의사결정 대안을 선정하고, 그에 알맞은 상위기준과 하위기준에 들어갈 요소를 정의한다.

단계 2 : 요소 결정

각각의 기준에 적절한 요소를 선정하고, 선정된 요소의 기존 데이터를 현 상황과 비교하여 적절성을 판단한 후, 적절하지 않을 경우 새로운 데이터를 수집한다.

단계 3 : 디자인 선정

수집된 데이터를 이용해 퍼지 AHP 기법을 적용하여 최적 디자인을 선정한다.

단계 4 : 세부 사항 결정

대안에 대한 의사결정이 이루어지면, 결정된 대안의 세부적인 요소를 결정하는 새로운 의사결정을 수행한다. 이 경우, 정량화 가능한 요소의 변화에 대한 분석과 그에 대한 허용오차를 구한 후 비용 측면에서 최적의 디자인 사양을 결정한다.

4. 결 론

제품 개발에 관한 의사결정의 복잡성과 중요성을 감안할 때 의사결정지원 방법론의 필요성은 더욱 더 증가하고 있다. 본 논문은 제품 개발시 최적의 설계대안을 선정하기 위해 효과적이고 효율적인 의사결정 방법을 제안하고자 하였다. 이를 위하여 제품개발과정에서 일어날 수 있는 복잡한 의사결정을 위하여 퍼지 AHP를 이용한 의사결정방법론을 제안하였다. 본 연구에서 적용한 퍼지 AHP 방법은 기본적으로는 AHP 방법과 비슷하나, AHP 방법과는 달리 퍼지수를 사용하고, 퍼지수의 평균을 이용하며, 입력값을 퍼지수를 사용함에 따라 의사결정을 위해 일종의 비퍼지화 개념인 α -cut을 적용하였다.

계층적 구조를 갖는 의사결정문제에 주로 사용되는 방법들은 인간의 애매모호한 언어적 표현을 효과적으로 다룰 수 없어 의사결정에 대한 실용성과 합리성에서 한계를 드러내고 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 그러한 인간 언어의 애매모호함과 불확실성을 처리할 수 있는 퍼지 AHP를 이용하여 의사결정 결과를 이끌어냄으로써 평가의 정확성과 신뢰성을 향상시킬 수 있었다.

5. 참 고 문 헌

- [1] 박종진, 최규석, *퍼지 제어 시스템*, 교우사, 2001.
- [2] 이광영, 오길록, *퍼지 이론 및 응용 (I, II)*, 홍릉과학출판사, 1991.
- [3] Chao Rong, Katsuhiko Takahashi and Jing Wang, "Enterprise waste evaluation using the analytic hierarchy process and fuzzy set theory.", *Production Planning and Control*, 14(1) (2003) : 90-103
- [4] Avineri, E. et al., "Transportation projects selection process using fuzzy set theory.", *Fuzzy Set and Systems*, 116(1) (2000) : 35-47

- [5] Jose, A. et al., "A fuzzy system for evaluating human observers in a visual detection task.", *Fuzzy Set and Systems*, 132(3) (2002) : 389-400
- [6] Kwong, C. and Bai, H., "A fuzzy AHP approach to the determination of importance weight of customer requirements in QFD.", *Journal of Intelligent Manufacturing*, 13(5) (2002) : 367-377
- [7] Satty, T.L., *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburgh, PA, 1994.
- [8] Wong, S. et al., "Generalized fuzzy model for metal cutting data selection.", *Journal of Materials Processing technology*, 89-90(2) (1999) : 310-317
- [9] Yun-Wen Chen, "Implementing an analytic hierarchy process by fuzzy integral.", *International Journal of Fuzzy Systems*, 3(3) (2001) : 493-502

저 자 소 개

서 광 규 : 고려대학교 산업시스템정보공학과에서 박사학위취득,
한국과학기술원(KIST) 시스템연구부 연구원으로 재직,
현재 상명대학교 산업정보시스템공학과 교수로 재직중
관심분야는 정보시스템, 생산시스템, 멀티미디어, e-business 등이다.