

CTQ 선정을 위한 AHP 기반 통합 QFD

- 휴대폰검사장비 중심으로 -

An Integrated QFD with the AHP for the CTQ Choice

- Focused on the Auto Test Robot System of the Mobile Phone -

김종걸, 정진호

성균관대학교 시스템경영공학부

Jong-Gurl, Kim · Jin-Ho, Jung

School of Systems Management Engineering, Sung Kyun Kwan University

Abstract

CTQ's choice is an important process for quality improvement. It is difficult to get customer satisfaction if CTQ is not chosen properly in view of improvement effort. However, case study or research about the supporting method for CTQ choice is not yet fully accomplished.

In this paper, we propose an effective method for CTQ choice considering customer requirement through QFD as well as safety by using AHP which is one of strategic decision-making techniques for product safety. Also we show an empirical study on its application to the auto test robot system of mobile phone development.

1. 서론

제품이나 프로세스의 품질에 영향을 미치는 요소인 CTQ(Critical to Quality)는 품질개선의 전체방향을 결정짓는 중요한 요소이다. 하지만 기존의 많은 사례에서는 불량률, 판매량 등 가시화된 요소들만을 고려하여 임의로 CTQ를 선정하고 있는 현실이다. CTQ를 선정하기 위해서는 고객, 기업, 제품, 생산 프로세스 등 많은 요소들과 요소들의 상호작용을 종합적으로 고려해야 된다. [8]

* 본 논문은 2003년도 산학협동재단 연구비 지원에 의해 작성되었음.

CTQ를 선정하는 방법은 여러 가지가 있지만 주로 사용되는 방법이 QFD (Quality Function Deployment) 전개방법이다. QFD 방법은 집단심층면접조사(Focus Group Interview), 태도와 사용형태(Attitude and Usage)로부터 누가, 어디서, 무엇을 원하기를 명확하게 규정하는 분석(Scene 분석)을 실시하고 K.J법(친화도법)에 의해 고객의 요구사항을 그룹핑 한 후 논리나무(logic Tree)로 정리한다. 정리된 고객 요구사항에 대해 설문조사를 통해 중요도, 만족도를 분석하고 중요도가 큰 항목에 대해서 기술적 요구 사항인 품질특성으로 전환하며 고객 요구사항의 중요도와 품질특성의 관련여부를 평가하여 CTQ 도출한다. 그러나 제조물책임법(PL법)의 시행 등 제품의 안전성과 신뢰성이 요구되는 시장상황에서 QFD만으로 이에 대응하기에는 부족하다. [4]

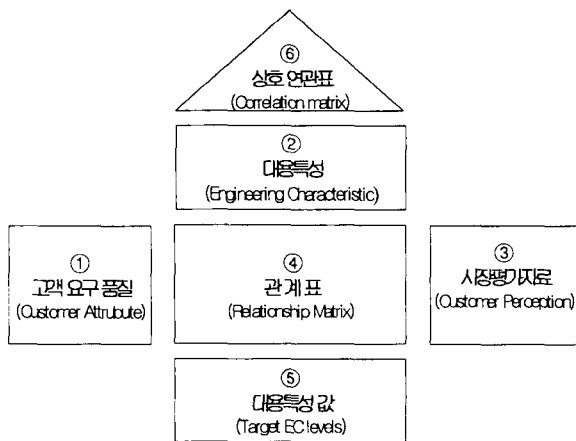
이에 본 논문에서는 고객만족을 극대화시킬수 있는 CTQ 선정을 위해 기존의 QFD 방법에 안전성 확보를 위한 엔지니어들의 품질특성치에 대한 의사결정을 AHP 기법으로 가중치를 산출하여 결합시킴으로써 안전성을 기반으로 한 고객만족을 달성할 수 있는 방법을 제안하고자 한다.

2. 통합 QFD 모델 설계

2.1 QFD 분석 방법

QFD(Quality Function Deployment)는 소비자의 요구를 제품의 특성으로 전환하여 완성품의 설계품질을 결정하는 다음, 이를 다시 부품특성, 공정특성 그리고 결국 생산을 위한 구

체적 사양에 이르기까지 이들 간의 관계를 계통적으로 전개하는 체계적인 제품개발 방법이다. 이러한 과정은 HOQ(House of Quality)라 불리는 일련의 도표에 의해 이루어진다. 이 HOQ를 이용하여 각 단계의 요구사항(What)과 이를 실천할 수 있는 방법 (How)을 관련시켜 가면서 소비자의 요구사항을 구체적으로 전개하게 된다. <그림1>에 나타난 제품기획단계의 HOQ를 구성하기 위해서는 소비자유구품질 (Customer Attribute, CA)과 소비자유구품질의 상대적 중요도를 설문 조사, 개별 면접, 초점 그룹 (focus group)과의 면담, 전시회 참가 등의 방법을 통해 얻어내고, 제품설계시 결정해야 할 설계변수를 대응특성(Engineering Characteristic, EC)으로 추출하는 것으로부터 시작된다. 소비자유구품질과 대응특성들 간의 관계를 HOQ 중앙의 행렬내의 관계표(Relation-ship Matrix)에 표현하고, 각 대응특성의 중요도를 소비자유구품질의 상대적 중요도 및 관계표로부터 구해낸다. 관계표내에서 CA와 EC간의 관계를 표시하기 위해서는 매우 강한 관계(●), 보통 관계(◎), 약한 관계(○)라는 세가지 기준을 사용하며, 각 관계의 정도는 차례대로 9, 3, 1의 점수를 부여하게 된다. 마지막으로, 대응특성의 중요도를 근간으로 하여 대응특성값 (Target EC levels)을 결정한다. 이때, HOQ의 오른쪽에 놓여진 시장 평가 자료(Customer Perception)와 HOQ의 지붕에 놓여진 EC간의 상호연관표 (Correlation matrix)를 참조하게 된다. 시장 평가 자료는 타사제품의 만족도를 비교 평가한 벤치마킹 데이터 및 상품의 전략적 목표를 표시하며, EC간의 상호연관표는 각 대응특성간의 관련 정도를 표현한다. [1][2][10][11]

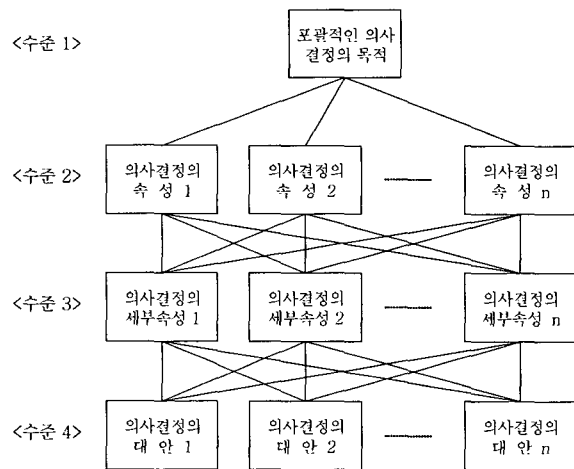


<그림 1> 품질주택 (HOQ : House of Quality)

2.2 AHP 적용 절차

AHP(Analytic Hierarchy Process)의 문제해결 접근방식은 다음과 같이 크게 네 단계로 나누어 볼 수 있다.

단계 1은 의사결정문제를 상호 관련된 의사결정 사항들의 계층으로 분류하여 의사결정 계층을 설정한다. AHP 모형의 적용에서 가장 중요한 단계라 할 수 있는 첫 번째 단계에서 의사결정 분석자는 상호 관련되어 있는 여러 의사결정 사항들을 계층화한다. <그림 2>의 구성처럼 계층의 최상위 층에는 가장 포괄적인 의사결정의 목적이 놓여지며, 그 다음의 계층들은 의사결정의 목적에 영향을 미치는 다양한 속성들로 구성된다. 계층 내의 각 요소들은 서로 비교 가능한 것이어야 하며, 계층의 최하층은 선택의 대상이 되는 의사결정 대안들로 구성된다.



<그림 2> AHP의 표준 계층구성

단계 2는 의사결정 요소들 간의 쌍대비교로 판단자료를 수집한다. 이 단계에서는 상위 계층에 있는 목표를 달성하는데 공헌하는 직계 하위계층에 있는 요인들을 쌍대비교하여 행렬을 작성한다. 쌍대비교를 통하여 상위 항목에 기여하는 정도를 9점 척도를 사용하여 부여한다.

단계 3은 고유값 계산방법을 사용하여 의사결정 요소들의 상대적인 가중치 값을 산정한다. 이 단계에서 판단의 일관성을 일관성 비율지수를 통하여 체크할 수 있다. 통상 CR (Consistency Ratio)이 10% 이내에 들 경우, 해당 쌍대비교 행렬은 일관성이 있다고 본다.

단계 4는 평가대상이 되는 여러 대안들에 대한 종합순위를 얻기 위하여 의사결정 사항들의 상대적인 가중치를 종합화한다. [3][5][7][9]

2.3 QFD와 AHP 통합 모델

본 논문에서는 상용화된 제품을 기초로 재설계를 위한 연구이므로 품질특성과 부품전개를 통합한 QFD를 활용하며, 고객의 요구사항의 가중치를 AHP기법을 사용하여 우선순위를 결정하는 것이 아니라 고객의 요구사항은 필드 데이터를 활용하여 가중치를 결정하고, 제품의 안전관련 특성을 포함하기 위한 방안으

로는 안전성을 고려한 엔지니어들의 의사결정을 AHP기법을 활용하여 고객 요구사항의 가중치에 엔지니어링의 가중치를 결합하는 모델을 제안한다. [3][6][12]

3. 통합 QFD의 적용

휴대폰 검사장비에 대한 고객요구와 안전성을 동시에 확보할 수 있는 CTQ 선정을 위해 본 논문에서 제안한 AHP 기반 통합 QFD 방법을 적용하고자 한다.

3.1 QFD를 통한 고객요구사항 분석

QFD 분석을 위해 먼저, 수집된 원시 데이터를 품질에 관한 간결한 표현인 요구품질로 변환하였다.

본 논문은 초기 개발을 목표로 하는 것이 아니라 기존 제품의 리스크를 파악하고 보완하기 위한 연구이므로 <표 1>과 같이 고객의 요구 품질과 휴대폰 검사 장비의 부품 전개를 바탕으로 품질표를 작성하였고, 고객이 요구하는 품질이 어느 부품에 더 많은 영향을 미치는지 확인하였다.

<표 1>에서 가중치는 필드 데이터를 활용하여 구한 값이고, 품질특성의 가중치는 정량적 추정치 값과 고객요구사항의 가중치를 곱하여 관계있는 고객요구사항을 더한 값이다.

3.2 안전성 확보를 위한 AHP 기법의 적용

휴대폰 검사장비의 제품설계특성을 결정하기 위한 계층구성과 가중치는 <그림 3>과 같다. 제품설계특성을 3 수준으로 구성하고 이들 각 수준의 속성들을 쌍대비교 함으로써 각 속성별 가중치를 구하였다.

본 논문의 목적이 제품의 안전성 확보에 있고, 계층 분석 결과도 안전성(0.490)이 제품설계특성에 대해 가장 높은 가중치를 얻었다.

○ 제품(EVT-4320) 설계 특성

- 안전성 (L: .490)
 - 내구성 (L: .513)
 - 내충격성 (L: .279)
 - 내환경성 (L: .142)
 - 경고성 (L: .066)
- 편리성 (L: .259)
 - 기능다양성 (L: .105)
 - 부품교환의 용이성 (L: .637)
 - 에러조치의 용이성 (L: .258)
- 생산성 (L: .135)
 - 생산의 용이성 (L: .733)
 - 검사의 용이성 (L: .199)
 - 공정능력 적합성 (L: .068)
- 경제성 (L: .082)
 - 가격 (L: .111)
 - 호환성 (L: .626)
 - 수명주기 (L: .199)
 - 작업속도 (L: .064)
- 디자인 (L: .034)
 - 관능성 (L: .648)
 - 시야확보성 (L: .230)
 - 외관성(크기, 무게) (L: .122)

※ L: 상대적 가중치

<그림 3> AHP에 의한 제품설계특성 모델

안전성을 확보하기 위한 대안들은 앞서 실시한 QFD의 대응특성 22개 부품으로 선정하였다. 하지만, 대안이 많은 모델에서 쌍대비교를 하게 되면 각각의 최하위 목적요소에 대해 $N \times (N-1) / 2$ (N: 대안의 수) 만큼의 쌍대비교를 해야 하는데 이것은 너무 많은 시간을 필요로 하게된다. 그러므로, 본 논문에서는 대안들에 대한 쌍대비교 대신 절대추정을 하고자 한다. 절대추정을 하게 되면 많은 대안들을 평가할 수 있을 뿐만 아니라, 계층구조와 쌍대 비교를 이용해서 얻을 수 있는 능률을 동시에 얻을 수 있다. [5][9]

이 단계에서 AHP에 의한 부품들의 절대 추정 결과의 우선순위와 QFD에 의해 얻어진

<표 1> QFD 결과

대응 특성 요구품질	Cover	Fram	LM Motor	Servo Motor	Monitor	Sensor	Air Panc	Plate	Holder	Blacket	Block Cylinder	Clam	Sensor Block	Stopper	Sensor Stopper	Switc	Vacuum Pad	Sub Base	Servo Drive	Flexible	Fitting	Ball Caste	가중치
기계소음이 적은 것			●	●			○				◎						◎		◎				0.094
모니터 화면이 선명한 것	○				●	○																	0.086
작동이 편리한 것					◎	◎							○		○	●							0.163
이물질 유입이 적은 것	●	○					●														○		0.042
청소가 쉬운 것								◎	◎										○		◎		0.078
모델교환이 용이한 것								○	◎	●	◎	○	○	○	○		◎	○					0.213
장비의 이동이 용이한 것																						●	0.025
에러조치가 쉬운 것					◎	●							○		◎	○			○				0.175
외부환경에 변화가 없는 것	○	○	◎	◎		◎											◎						0.057
Frame Edge가 라운딩 된 것	◎	●																					0.041
전선의 정리가 깔끔한 것										◎											●		0.026
품질(부품)특성 weight	0.64	0.46	1.017	1.017	1.788	2.321	0.472	0.447	0.873	1.995	0.921	0.213	0.551	0.213	0.901	1.642	1.092	0.291	0.457	0.234	0.276	0.222	

요구품질과 대응특성과의 관계 : 강한관계 (●)=9, 보통관계 (◎)-3, 약한관계 (○)-1

부품들의 가중치 우선순위를 비교해 보면 <표 2>와 같다.

<표 2> AHP와 QFD에 의해 산출된 우선순위

우선순위	고객요구사항 분석 대안 (QFD 활용)		안전성 확보 대안 (AHP 활용)	
	내용특성	가중치	대안	가중치
1	Sensor	2.321	Sensor	0.769
2	Bracket	1.995	Ball Caster	0.659
3	Monitor	1.788	Servo Motor	0.614
4	Switch	1.642	LM Motor	0.614
5	Vacuum Pad	1.092	Servo Drive	0.550
6	LM Motor	1.017	Block Cylinder	0.550
7	Servo Motor	1.017	Sensor Block	0.534
8	Block Cylinder	0.921	Frame	0.534
9	Sensor Stopper	0.901	Cover	0.534
10	Holder	0.873	Sensor Stopper	0.499
11	Cover	0.644	Monitor	0.487
12	Sensor Block	0.551	Vacuum Pad	0.465
13	Air Panel	0.472	Flexible	0.430
14	Frame	0.468	Air Panel	0.430
15	Servo Drive	0.457	Switch	0.303
16	Plate	0.447	Sub-Base	0.303
17	Sub-Base	0.291	Stopper	0.303
18	Fitting	0.276	Plate	0.303
19	Flexible	0.234	Holder	0.303
20	Ball Caster	0.225	Fitting	0.303
21	Clamp	0.213	Clamp	0.303
22	Stopper	0.213	Bracket	0.303

<표 2>를 분석해 보면 고객들은 안전성에 관한 요구사항 보다도 실제로 사용하는 데 불편한 사항들을 요구사항으로 표출하고 있다. 물론 고객의 요구사항을 100% 수용하는 것이 바람직한 일이나 본 연구의 목적은 안전성 확보할 수 있는 CTQ 선정이기 때문에

QFD 결과의 우선순위만을 고려하는 것은 연구 목적에 벗어나는 결과를 초래할 것이다. 특히 안전성과 거의 관련이 없는 bracket와 switch는 QFD 우선순위에서는 5위 안에 랭크되어 있다. 결과적으로 고객의 요구사항에 귀를 기울이면서 안전성 확보를 할 수 있는 방법, 또한 매력특성을 결정할 수 있어 세일즈 포인트로 결정하고 영업에 활용할 수 있는 품질특성과 부품들을 한번에 결정하기에는 어려운 문제이다. 그러나 일반적인 고객의 품질요구사항과 엔지니어들이 생각하는 안전성을 통합하여 고려한다면 일방적인 우선순위 결정보다는 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

3.3 통합 모델 적용

<표 2>의 분석결과 고객들의 품질에 대한 일반적인 요구사항 즉, 안전성을 최우선으로 고려하지 않고 작동의 편리성, 예러조치의 용이성 등을 선호하였고, 실제적으로 QFD에 의한 결과만을 본 연구에서 적용하기에는 많은 문제점들이 있다. 또한 엔지니어들이 AHP를 활용하여 산출한 안전성을 고려한 부품들의 우선순위만을 활용하기에도 고객의 요구사항과 부합되지 않는 문제들이 제기 되었다. 결과적으로 안전성을 우선시한 AHP의 결과와 품질에 관한 고객들의 일반적인 요구사항인 QFD의 결과를 모두 고려하여 우선순위를 결정하도록 하고 다음 <표 3>과 같이 AHP와 QFD를 통합하여 가중치를 산출하고 우선 부품들의 우선순위를 결정하였다.

이 단계에서 안전성 확보를 위한 제품의 리스크제거 우선순위가 도출되게 된다. 이 순위는 고객의 요구사항을 반영한 것으로 엔지니어의 기술적 분야와 고객의 안전성 관련 요

<표 3> AHP의 절대측정치와 QFD 가중치의 결합 행렬

대용 특성 요구품질	대안 특성																						가중치
	Cover	Frame	LM Motor	Servo Motor	Monitor	Sensor	Air Panel	Plate	Holder	Bracket	Block Cylinder	Clamp	Sensor Block	Stopper	Sensor Stopper	Switch	Vacuum Pad	Sub Base	Servo Drive	Flexible	Fitting	Ball Caster	
기계소음이 적은 것			●	●			○				◎						◎		◎				0.094
모니터 화면이 선명한 것	○				●	○																	0.086
작동이 편리한 것					◎	◎							○		○	●							0.163
이동성 유입이 적은 것	●	○					●															○	0.042
정수가 쉬운 것								◎	◎										○			◎	0.078
도넛보편이 용이한 것								○	◎	●	◎	○	○	○	○		◎	○					0.213
장비의 이동이 용이한 것																						●	0.025
에러조치가 쉬운 것					◎	●							○		◎	○				○			0.175
외부환경에 변화가 없는 것	○	○	◎	◎		◎											◎						0.057
Frame Edge가 라운딩 된 것	◎	●																					0.041
감전의 정리가 간단한 것										◎											●		0.026
중적(부품),성 weight	0.644	0.468	1.017	1.017	1.788	2.321	0.472	0.447	0.873	1.995	0.921	0.213	0.551	0.213	0.901	1.642	1.092	0.291	0.457	0.234	0.276	0.225	
AHP에 의한 weight	0.334	0.533	0.614	0.614	0.487	0.769	0.430	0.303	0.303	0.303	0.550	0.303	0.534	0.303	0.499	0.303	0.465	0.303	0.550	0.430	0.303	0.658	
결합 weight	0.34	0.25	0.624	0.624	0.871	1.785	0.203	0.135	0.263	0.604	0.507	0.065	0.294	0.065	0.450	0.498	0.508	0.088	0.251	0.101	0.084	0.148	
우 선 순 위	10	14	3	3	2	1	15	17	12	5	7	21	11	21	9	8	6	19	13	18	20	16	

구사항이 결합된 AHP 기반 통합 QFD라고 할 수 있다. 물론 결과는 <표 4>에서 보듯이 엔지니어들이 고려하는 부품과 고객이 요구하는 안전부품에는 약간의 차이가 있다. 우선순위에 의해 선택되어진 부품들 중 일부가 생산되어야 하는 것이 아니라 기업들의 R&D 투자비용 및 기업상황을 고려했을 때 우선적으로 선택되어야 하는 대안들이다. [3]

<표 4> AHP기반 통합 QFD의 결과

우선순위	고객요구사항 분석 대안 (QFD 활용)	안전성 확보 대안 (AHP 활용)	통합 대안
1	Sensor	Sensor	Sensor
2	Bracket	Ball Caster	Monitor
3	Monitor	Servo Motor	LM Motor
4	Switch	LM Motor	Servo Motor
5	Vacuum Pad	Servo Drive	Bracket
6	LM Motor	Block Cylinder	Vacuum Pad
7	Servo Motor	Sensor Block	Block Cylinder
8	Block Cylinder	Frame	Switch
9	Sensor Stopper	Cover	Stopper
10	Holder	Sensor Stopper	Cover
11	Cover	Monitor	Sensor Block
12	Sensor Block	Vacuum Pad	Holder
13	Air Panel	Flexible	Sub-Base
14	Frame	Air Panel	Frame
15	Servo Drive	Switch	Air Panel
16	Plate	Sub-Base	Ball Caster
17	Sub-Base	Stopper	Plate
18	Fitting	Plate	Flexible
19	Flexible	Holder	Vacuum Pad
20	Ball Caster	Fitting	Fitting
21	Clamp	Clamp	Clamp
22	Stopper	Bracket	Stopper

4. 결 론

일반적인 QFD의 품질특성 가중치 결과로는 리스크/PL대응을 위한 제품의 안전성 확보는 달성하기 어렵다. 고객의 요구사항이 안전성 관련 부품에 많은 가중치를 선택한다면 문제가 없겠지만 본 논문의 제품인 휴대폰 검사장비의 경우에는 그렇지가 못하다. 사고가 발생하기 전까지는 안전에 관한 것은 별 의미가 없는 것이다. 또한 지금까지의 논문들을 살펴보면 고객의 요구사항에 초점이 맞추어져 있어 고객요구사항만을 AHP기법을 활용하여 가중치와 우선순위를 얻었지만 사실 정확한 고객요구사항의 가중치는 필드 데이터라는 것은 어느 누구도 반론을 제기하지 못할 것이다.

이에 본 논문에서는 고객요구사항은 필드 데이터로 가중치를 결정하고, 제품품질특성을 안전성으로 고려한 엔지니어들의 의사결정을 AHP 기법을 통하여 결정하였다. 그러나 여기에도 문제가 남아있다. 단순히 일반적 품질요구인 고객의 요구사항과 안전에 국한된 제품 품질특성의 비교 및 통합한다는 것 자체에 모

순이 있기 때문이다. 그래서 일반적 QFD로 산출된 값과 AHP에 의해 산출된 값을 비교하였다. 본 논문은 안전성을 확보하기 위한 활동과 고객만족이라는 두 가지 목적을 동시에 얻을 수 있도록 노력했다는 것이 성과라 할 수 있다. 최종적으로는 만족할만한 결과를 얻었지만 현재 적용한 제품 이외에 다른 사례들도 더 연구가 되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김광재, "QFD를 통한 설계단계에서의 품질향상", 대한 산업공학회, IE 매거진 2권 1호, 1995, pp.16~19
- [2] 김성희, 차상현, 한창희, 김재경, 임성국, "품질기능전개를 이용한 정보시스템 개발 우선순위 결정방법 : 자동차 회사 적용 사례를 중심으로", 한국경영정보학회, 경영정보연구 8권 1호, 1998, pp.29~30
- [3] 김진국, 「리스크 경영시스템 기반 PL대응 시스템 구축에 관한 연구」, 석사학위논문: 성균관대학원, 2003, pp.43~55
- [4] 민경찬, "6시그마를 통한 L사의 혁신활동 사례", 한국 시그마 경영 컨설팅, 월간 시그마 경영 12월호 (webzine), 2001,
- [5] 민재형, "AHP를 이용한 측정과 평가", 서강대학교 경영학 연구원, 서강경영총론, 7권 1996, pp.63~69
- [6] 박노국·손문익·문희영, "품질기능전개와 AHP기법을 이용한 기능평가", 한국품질경영학회, 21권, 제 2호, 1993, pp.86~91
- [7] 서의호·황현석·김수연, "AHP를 이용한 의사결정 사례연구", 한국경영학회, '98 추계 학술발표 논문집, 1998, pp.35~39
- [8] 이승식, "6시그마 품질프로그램과 CTQ 선정 과정 방법론 소개", 안전회계법인, webzine 2002-1호, 2002
- [9] C.K. Kwong and H. Bai, "A fuzzy AHP approach to the determination of importance weights of customer requirements in quality function deployment", Journal of Intelligent Manufacturing, Vol.13 No.5, 2002, pp.365~377
- [10] David L. Goetsch and Stanley B. Davis, 「Quality Management」 4th, Prentice Hall, 1997, pp.607~612
- [11] Kokin Lam and Xiande Zhao, "An application of quality function deployment to improve the quality of teaching", International Journal of Quality and Reliability Management, Vol.15, No.4, 1998, pp.389~413
- [12] P.-T. Chuang, "Combining the analytic hierarchy process and quality function deployment for a location decision from a requirement perspective", International

Journal of Advanced Manufacturing
Technology, Vol.18, No.11, 2001, pp.842
~ 849