

Fuzzy Service FMEA HOQ

김 준 홍[†]

수원대학교 산업정보공학과

Service System Design Using Fuzzy Service FMEA and HOQ Matrix Algebra

Junhong Kim[†]

Dept. of Industrial and Information Engineering, The University of Suwon

This study proposes an integrated approach that uses both a fuzzy service FMEA (failure mode and effect analysis) and HOQ (house of quality) matrix algebra in designing and improving a service system. The fuzzy service FMEA methodology applies the customer satisfaction to the fuzzy RPN model. We fuzzify only the service satisfaction that consist in two failure factors, intangible service and tangible service, to more effectively assess the customer satisfactions on service encounters. Proposed fuzzy service satisfactions with triangle membership function are defuzzified by using the Fuzzy Inference System, and these are eventually identified the ranks on the potential fail points. HOQ matrices are constructed from cause-effect relationships. It is possible for these relationship matrix to find a linear approximation solution on the engineering attributes. Thus, in order to demonstrate how the proposed methods work, practical sample of the A/S part in S Electronic Co. provides for the ranking of the engineering attributes which has been successfully implemented.

Keywords : Service System Design, Fuzzy Service FMEA, HOQ Matrix Algebra, Engineering Attributes

1. 서 론

서비스 산업은 오늘날 국가 경제에서 제품 및 서비스업의 부가가치를 창출하는 원천이 될 뿐만 아니라 서비스 분야는 고용창출 면에서 제조업 보다 더 높은 효과를 갖는다. 그럼에도 불구하고 현재 우리나라의 서비스 산업은 GDP 대비 57.6%로 선진국에 비해 상대적으로 낮은 수준에 머무르고 있는 실정이고 서비스 산업들도 주로 부가가치가 낮은 서비스업종에 머물러 있어, 이에 대한 개선이 필요한 시점이라 할 수 있다.

제품의 서비스화를 통해 제품의 부가가치는 향상되므로

제조업과 서비스업은 고객의 요구에 따른 제품의 라이프 사이클 전 과정에 서비스화를 추진해야 하는 것은 기업 경쟁력을 위한 과제이자 기업에서 부가가치의 창출을 위한 활동이고 학문적으로도 중요한 과제라 할 수 있다.

서비스의 무형성 특성은 서비스 제품에 대한 고객의 개별적, 주관적 평가화가 되어 서비스 품질에 대한 평가 방법이 어렵기 때문에 서비스 신설계 및 개선을 위해 객관적 분석방법들이 제시되고 있다[7]. 이를 위해 논문[1, 6, 9]들은 제품의 설계 및 개선 프로세스에서 적용된 수법들을 이용하여 서비스 설계에 이용하는 방안들을 제안하였고, Sakao and Shimomura[8], Shimomura et al.[11]은

CAD을 이용한 수법을, Sharma and Kumar[10], Bowles and Pelaez[2], Chung[3], Tay and Lim[13], Zadeh[15]는 품질 및 신뢰성분석에서 사용되는 fuzzy FMEA, QFD, 및 FMEA 등을 이용한 방법들로 무형성의 계측화를 위한 방안들을 제시하고 있다.

고객은 서비스 묶음(bundle), 즉 물리적인 유형적 요소와 서비스라는 무형적 요소를 서비스 전달자로부터 전달받아, 그를 통한 경험을 결과에 대한 평가로서 서비스의 질이 만들어지므로, 서비스 시스템 설계에는 이러한 유형적, 무형적 요소에 대한 설계가 동시에 이루어진다. 이를 토대로 서비스 시스템 설계 및 개선을 위한 도구로서 이 논문은 서비스에 대한 고객의 만족을 목표로 고객이 서비스 시스템과 접촉하는 서비스 접점 또는 상호작용점(MOT)에서 제안된 퍼지(fuzzy) 서비스 FMEA를 이용한다. 서비스 접점에서 가장 큰 서비스 불만족 항목에 대한 개선을 위해 HOQ 행렬 대수를 적용하여 가장 큰 가중치를 갖는 기술적 항목을 선정하는 방법으로 신서비스 개발 및 기존 서비스 개선을 위한 도구를 제시한다.

제 2장에서는 서비스 분석 및 설계에서 이용하고 있는 서비스 청사진, 잠재적 고장모드를 파악하기 위한 FMEA 수법, 그리고 제안된 퍼지 서비스 FMEA의 구조를 언급한다. 제 3장은 최적 HOQ에 의한 공학적 특성의 도출에 대한 수리적 배경, 그 수학적 타당성을 증명하고, 제 4장에서 국내 S전자사의 A/S 서비스를 대상으로 퍼지 서비스 FMEA 모델을 적용하여 그 타당성을 검토한다. 마지막으로 제 5장에서는 제안된 소위 통합 퍼지 서비스 FMEA- HOQ 기법에 대한 결론 및 향후 과제에 대해 언급한다.

2. 분석절차 및 수법

2.1 분석절차

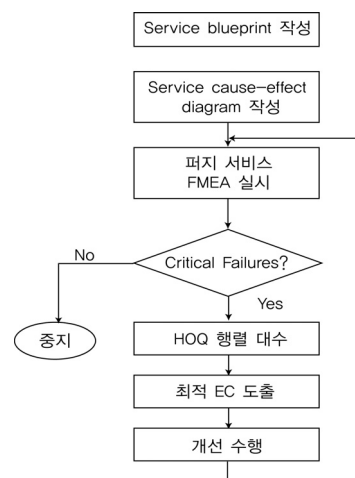
본 연구에서는 <그림 1>과 같이 총 네 단계의 프로세스를 걸쳐 서비스 분석을 통한 개선 및 설계가 수행된다.

단계 1에서는 서비스 시스템의 개요를 정확하게 묘사하기 위해 서비스 청사진(service blueprint)을 작성한다. 서비스 청사진은 서비스 시스템을 정확하게 묘사하고, 그 서비스를 제공하는 데 관계되는 서로 다른 사람들이 그들의 역할 및 관점에 상관없이 그 서비스를 이해하고 객관적으로 처리할 수 있도록 해주는 그림으로 특히 서비스 청사진을 통해 실수 가능점을 파악하여 서비스에 대한 고객만족 향상을 위한 기회를 제공하기 위해 사용된다[4, 5].

서비스 청사진과 더불어 서비스 시스템 분석을 위한 도구로서 브레인 스토밍, 서비스 흐름도, 기능 흐름도, 그리고 작업연구에서 사용하는 서비스 레이아웃, 서비스 프로세스 분석표 및 프로세스 흐름도 등 분석목적에 맞

는 다양한 분석도구들을 사용할 수 있다[12].

단계 2는 작성된 서비스 청사진을 토대로 서비스 특성요인도(service cause-effect diagram)를 작성한다. 이 논문에서 서비스란 “서비스 수요자의 만족을 위해 서비스 전달자가 제시하는 유형 및 무형적 요소의 총체”라 정의하고, 결국 서비스에 대한 만족은 기대불일치 모형으로 기대한 서비스와 인지된 서비스의 차이로 판단된다. 따라서 이 그림은 각 서비스 작용점(MOT)에서 서비스 인과관계를 유형적 요소와 무형적요소의 원인으로 분류하고 고객만족 또는 불만족에 영향을 주는 원인요소들을 파악하여 작성한다.



<그림 1> 퍼지 FMEA-HOQ 행렬 수법 절차

단계 3은 고객이 서비스 시스템에 접촉되는 각 서비스 작용점(MOT)에 대해 퍼지 서비스 FMEA를 실시, 퍼지 서비스 FMEA 양식에 기입하고 주요 불만족을 제시하는 원인요소들을 파악하여 개선의 항목들로 선정한다.

단계 4는 단계 3에서 얻어진 주요 불만족을 갖는 서비스 작용점에 영향을 주는 공학적 특성을 HOQ 행렬 대수를 적용하여 도출하고 마지막으로 주된 불만족의 원인이 되는 공학적 특성에 대한 개선을 수행 적용하는 방법을 도출, 개선한다.

이 네 단계의 절차를 순환적으로 진행하여 최종 목표 만족도에서 서비스 개선 및 설계 프로세스는 종료된다.

2.2 기존 서비스 FMEA

FMEA는 현재적 또는 잠재적 고장, 문제점, 실수 등이 고객에게 도달하기 전에 시스템, 설계, 프로세스, 또는 서비스로부터 이들을 정의, 확인, 제거하기 위해 사용되는 공학적 기술이라 정의한다[4]. 서비스 기업에서 FMEA는 널리 사용되지 않고 있고, 다만 의과의료, 건강관련기업, 또는 유기 인공물에 관련하여 소수 사용되고 있다[14].

2.2.1 FMEA의 유형

FMEA는 제품 개발에서 고객의 사용단계에 걸친 제품 라이프 사이클에 있어서 제품 개념단계에서 시스템 FMEA, 제조 전 제품의 분석 및 설계를 위한 설계 FMEA, 제조 및 조립 프로세스를 분석하기 위한 프로세스 FMEA, 그리고 이들이 고객에게 도달하기 전 서비스를 분석하기 위해 사용되는 서비스 FMEA로 분류한다.

2.2.2 FMEA의 수행절차

- FMEA를 수행하는 일반적인 절차는 다음과 같다.
- 단계 1 시스템에 있는 현재적 또는 모든 잠재적 고장 모드(known or potential failure mode)의 확인
- 단계 2 각각의 고장의 위해, 가능한 원인, 영향들 간의 관련성 기록
- 단계 3 고장모드의 위험 우선순위의 결정
- 단계 4 각각의 고장모드 형태에 대한 수정행위 또는 적절한 처리의 제공

2.2.3 FMEA에서 위험평가 방법

잠재적 고장모드가 시스템에 미치는 위험의 정도를 파악하는 방법을 크게 다음과 같이 구분한다[1].

1. 위험 등급법(MIL-STD-1629)
 - (1) 카테고리에 의한 구분
 - (2) 고장평점법
 - (3) 치명도평점법
2. 위험우선순위(RPN, Risk priority number)

$$RPN = S \cdot O \cdot D,$$

여기서 S(Severity, 치명도) = {1, 2, ..., 10}

O(Occurrence, 발생도) = {1, 2, ..., 10}

D(Detectability 검지도) = {1, 2, ..., 10}

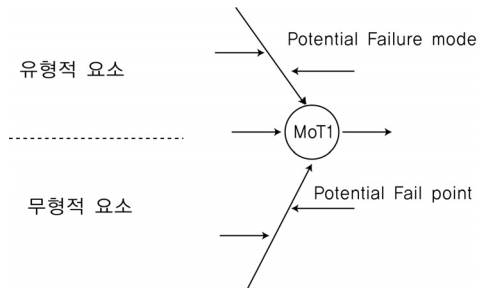
서비스 FMEA는 전체 조직에 대한 서비스 실패를 최소화하고, 품질, 신뢰성, 서비스를 통한 고객만족의 최대화에 목표를 둔다. 시스템 또는 프로세스의 결합의 원인이 되는 잠재적 또는 현재적 고장모드(임무, 실수, 잘못)를 확인하고, 그 원인 및 영향을 분석하여 서비스 시스템의 실패를 사전에 방지하려는 수법이다. 이 목적을 위해 서비스 FMEA는 고객의 확고한 필요, 희망, 그리고 기대에 대한 그 요구사항에 근거하여 QFD와 같은 도구를 이용한다.

2.3 제안된 퍼지 서비스 FMEA를 위한 특성요인도 (Cause-Effect Diagram)

FMEA 양식에서 서비스 기능, 잠재적 고장모드, 고장 원인, 고장영향 등을 확인하기 위해 아이টে에 대한 신뢰

성블록도(reliability block diagram)를 이용하고 있다.

서비스 FMEA는 서비스요소에 대한 서비스 기능, 잠재적 고장모드(실수), 잠재적 고장영향 등을 확인하기 위해 서비스 청사진을 토대로 <그림 2>와 같은 서비스 시스템을 위한 특성요인도(fishbone diagram)를 사용한다. 이 그래프는 상부 및 하부로 구분하여, 상부에는 서비스의 유형적요소, 하부에는 서비스의 무형적요소를 나타낸다. 그리고 정점(node)은 Moti로 표시하여, 고객 서비스 접점(service encounter, 또는 MOT)번호를 기입한다. 서비스 프로세스는 $i(i = 1, \dots, n)$ 개의 서비스 접점으로 이루어진다. 각 정점에 이어지는 화살선의 수평선 연결선에는 고객 서비스 접점에 대한 잠재적 고장모드, 즉 서비스 불만 사항들을 기입한다. 이 그래프를 기초로 퍼지 서비스 FMEA 양식이 작성된다.



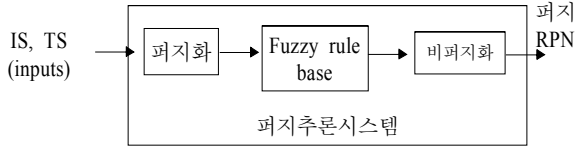
<그림 2> 퍼지 서비스시스템의 특성요인도 구성

2.4 제안된 퍼지 서비스 FMEA

기존의 서비스 FMEA는 심각도, 발생도, 감지도에 대해 각각 1~10까지의 값에 따라 전문가에 의해 결정된 세 가지 요인의 곱으로 RPN 값을 결정하였다. 그러나 서비스 시스템에서 고객의 만족도는 서비스에 대한 고객의 기대와 그 인지된 서비스의 차이로 정의되므로 전문가 뿐만 아니라 개별 고객이 서비스에서 느끼는 만족도, 또는 불만족도를 퍼지수로 평가한다. 따라서 기존 서비스 FMEA의 RPN의 계산을 위해 제안된 퍼지서비스 FMEA에서는 고객이 서비스의 상호작용점에서 느끼는 두 가지 요인 유형적 요소, 무형적 요소에 대한 만족도로서 퍼지 척도를 파악하고, 그들을 결합한 퍼지값을 최종 RPN으로 대체하여 불만족이 되는 서비스 접점의 순위로 결정하는 방법을 취한다.

제안된 퍼지 서비스 FMEA의 진행 절차는 <그림 3>과 같이 서비스에 대해 결정된 입력요소(IS, TS)를 단계 1에서 퍼지화하고, 단계 2는 두 입력요소에 따른 퍼지규칙 기준(fuzzy rule base)을 적용, 출력요소에 대한 퍼지수를 결정한다. 단계 3은 출력 퍼지수에 대해 서비스 만족도

를 결정하여 서비스 만족도의 비퍼지화로서 각 서비스 접점에 대한 고객 만족도의 순위를 정하게 된다.



<그림 3> 비퍼지화 절차

단계 1 : 입력요소의 퍼지화

위험등급의 결정을 위해 현재적 또는 잠재적 고장모드에 대한 우선순위를 결정하기 위한 방법으로, Zadeh[15]가 제안한 fuzzy set theory를 이용한다. 퍼지 서비스 FMEA에서 입력요소는 삼각퍼지수(triangle fuzzy number)를 이용하여 서비스 접점에서 고객이 인지하는 유형적, 무형적 서비스에 대한 위험 등급을 근사적 척도로 평가하기 위한 방법으로 사용한다.

제안된 방법에서는 서비스 만족도에 대한 두 가지 입력요소, 즉 유형적 만족(IS)과 무형적 만족(TS)를 퍼지화하기 위한 삼각 멤버십함수는 다음과 같다.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq a \\ \frac{x-a_1}{a-a_1} & , a_1 \leq x \leq a \\ \frac{a_2-x}{a_2-a} & , a_1 \leq x \leq a \\ 0 & a_2 \leq x \end{cases} \quad (1)$$

= triangle(IS(orTS), [a₁, a, a₂])

제안된 퍼지 서비스 FMEA에서 위험등급은 고객의 불만족에 대한 5점척도로 <그림 4>에서와 같이 0과 6 사이의 점수를 이용한다. 예를 들어 “만족”의 판단은 (0, 2, 4)의 퍼지수로 표현된다. 퍼지화의 단계를 통해 서비스에 대한 평가는 한 쌍의 삼각퍼지수로 전환된다. 퍼지수가 높을수록 서비스 접점에서의 만족도는 낮다. 즉 서비스 실패(service failure)로 사용된다.

이 제안모델에서 사용되는 두 가지 입력요소는 유형적 만족도와 무형적 만족도이다. 기존 FMEA의 단점으로 거론되고 있는 막대한 분량의 과거 고장자료분석을 거치지 않고, 과거의 경험자료가 없이 정성적인 방법으로 서비스 접점에서 고객이 갖는 서비스 시스템에 대한 유형적 만족도와 무형적 만족도를 파악하여 위험 등급을 결정하는 방법으로서, 이 방법은 서비스에 대한 기초자료가 없는 서비스 기업의 특성상 편리하게 이용할 수 있는 이점이 있다.

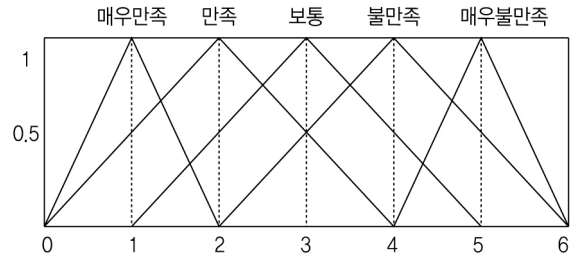
무형적 만족도(Intangible satisfaction, IS)는 서비스를

전달하는 종업원의 제반 무형적 요소에 대해 고객이 느끼는 기대와 인지에 대한 차이로서 다음의 5점척도로 나타낸다.

$$IS = \{ \text{매우만족, 만족, 보통, 불만, 매우불만족} \} \\ = \{ 1, 2, 3, 4, 5 \},$$

그리고 유형적 만족도(tangible satisfaction, TS)는 서비스를 전달하는 종업원의 제반 유형적 요소에 대해 고객이 느끼는 기대와 인지에 대한 차이로서 다음의 5점척도로 나타낸다.

$$TS = \{ \text{매우만족, 만족, 보통, 불만, 매우불만족} \} \\ = \{ 1, 2, 3, 4, 5 \}.$$



<그림 4> IS 및 TS의 삼각퍼지수 범위

단계 2 : 퍼지규칙 기준

발생되는 이들 두 입력요소에 대한 각 서비스 접점(MOT)에서 고객의 만족도는 퍼지근사추론을 적용 규칙에 따라 출력항목은 모두 두 입력요소, 각 5점척도에 대해 총 25개의 고장평점으로 표현하였다.

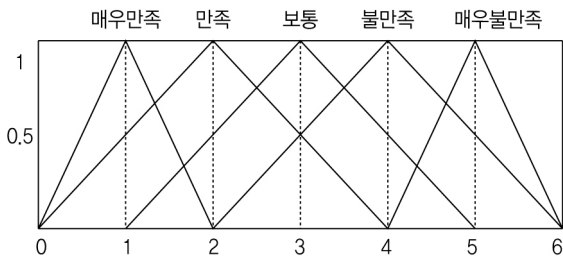
25개의 고장평점은 기존 FMEA의 카테고리 구분법에 따라 <표 1>과 같이 5종류의 고장등급으로 구분하고 각 등급의 만족도에 대한 결과 퍼지수는 <그림 5>와 같이 0에서 6의 범위에 있는 퍼지수로 표현하였다.

두 개의 퍼지변수에 대해 max연산자를 이용하여 입력부에 대한 결과부의 퍼지수를 규정하고, <표 1>의 카테고리 등급법에 따라 만족도의 규칙을 정한 결과는 다음과 같다:

$$IS = \{ 1, 2, 3, 4, 5 \} \\ TS = \{ 1, 2, 3, 4, 5 \} \\ \text{에서} \\ \text{Rule 1} = \{ \max(1, 1), \max(2, 1), \max(1, 2) \} \\ \text{Rule 2} = \{ \max(4, 1), \max(3, 1), \max(3, 2), \max(2, 2), \max(2, 3), \max(1, 4) \} \\ \text{Rule(3)} = \{ \max(5, 1), \max(4, 2), \max(3, 3), \max(2, 4), \max(1, 5) \}$$

Rule(4) = {max(5, 2), max(5, 3), max(4, 3), max(4, 4),
max(3, 4), max(3, 5), max(2, 5)}
Rule 5 = {max(5, 4), max(5, 5), max(4, 5)}

입력요소들에 대한 후건부(결과부)로서
Rule(1) = 매우만족, Rule(2) = 만족, Rule(3) = 보통,
Rule(4) = 불만족, Rule(5) = 매우불만족
가 되고, 결과부 변수로서 만족도 SAT = {1, 2, 3, 4, 5}는
다음과 같은 삼각퍼지수를 갖는다.



<그림 5> 만족도의 삼각퍼지수 범위

입력요소에 대한 함의(implication) 연산자로서 min를
이용하고, 카테고리 구분에 따른 5등급의 만족도 수준은
다음과 같이 구분하여 표시한다.

만족수준 = {매우만족, 만족, 보통, 불만족, 아주불만족}
= {1, 2, 3, 4, 5}

퍼지규칙기준은 FMEA에서 카테고리에 의한 위험등급
구분을 적용하여 <표 1>과 같은 퍼지등급에 기초한 퍼
지추론규칙에 따라 출력만족도를 비퍼지화(defuzzification)
한다.

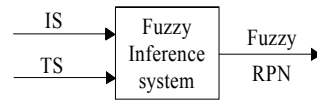
<표 1> 입력요소에 따른 퍼지등급수준

IS \ TS	1	2	3	4	5
1	1	1	2	2	3
2	1	2	2	3	4
3	2	2	3	4	4
4	2	3	4	4	5
5	3	4	4	5	5

동일한 만족 평점에 대해서도 서로 다른 유형적 만족,
무형적 만족의 등급이 나타날 수 있는 모순성이 발생할
가능성도 있다. 그러나 이러한 경우는 서로 다른 가중치
를 적용하는 방법으로 모순의 해결이 가능하다.

단계 3 : 비퍼지화
비퍼지화를 위해 단계 3에서의 함의(implication)결과

를 통합(agggregation)하기 위해 최대화(max)연산자를 이
용하였다. 통합된 결과부(output)는 보통(crisp)집합의 값
을 얻기 위해 비퍼지화 된다.



<그림 6> 퍼지 RPN 모델

비퍼지화를 위해 많은 방법이 있지만, 일반적으로 무
계중심(centroid)법을 이용하여 비퍼지화하고 [0, 1]사이
의 값으로 이들 값에 따라 잠재적 고장모드, 즉 서비스
접점의 불만족에 대한 위험우선순위로 제시된다.

3. HOQ 행렬 대수

퍼지 서비스 FMEA를 통해 파악된 불만족 퍼지수가
높은 서비스 작용점에 대해 개선 또는 신서비스 개발을
위한 공학적 특성을 파악하기 위한 단계로서 품질기능전
개(QFD)수법을 구현하기 위해 사용되는 품질집(HOQ, house
of quality) 행렬 대수를 적용한다. HOQ 행렬은 <그림 7>
과 같이 고객 요구사항과 기술특성간의 연관성을 나타낸
행렬로서 인과 관계를 파악하여 개선을 위한 기술우선순
위를 구하는 방법을 제시해 주는 도구의 기초자료로 이
용된다.

지금 CA를 고객 요구사항(customer attributes, customer's
needs), 또는 VOC(고객의 목소리), EC를 기술적 특성
(engineering characteristic), A를 CA-EC 연관성 행렬(또
는 cause-effect matrix)라 하자.

		기술특성(EC)	
고객 요구 사항 (CA)	가 중 치 (w)	A	효 율 성 인 수 (μ)
		기술특성의 목표값(r)	
		기술특성의 설계가중치(ŕ)	

<그림 7> HOQ 행렬

서비스 작용점에서 고객 요구사항 각각에 대한 가중
치를 벡터 w로 표시하면, 공학적 특성치 또는 설계 가중
치벡터 r은

$$\langle A, w \rangle = r \tag{2}$$

가 된다. 지금 행렬 $A = (a_{ij})_{m,n}$ 의 역행렬이 존재하는 경우, $w = A^{-1}r$ 으로 유일해(exact solution) 그렇지 않은 경우, 가중치를 이용한 기술특성치는 근사해

$$\hat{r} = (A^T A)^{-1} A^T w \tag{3}$$

가 된다. 만약 식 (1)에서 행렬 $(A^T A)^{-1}$ 가 singular라면, pseudo inverse를 이용하여 $\hat{r} = pinv(A^T A) A^T w$ 인 공학적 특성치의 근사해를 얻는다.

$$\text{또 } \langle A, \hat{r} \rangle = \mu \tag{4}$$

에서 벡터 μ 는 근사해 벡터 \hat{r} 에 의한 고객요구 가중치 벡터 w 의 수렴여부를 측정하는 인수이다.

수렴성 계수(Convergence factor)는

$$CF = \frac{\|w - \mu\|}{m} \tag{5}$$

만약 $CF = 0$; complete convergence

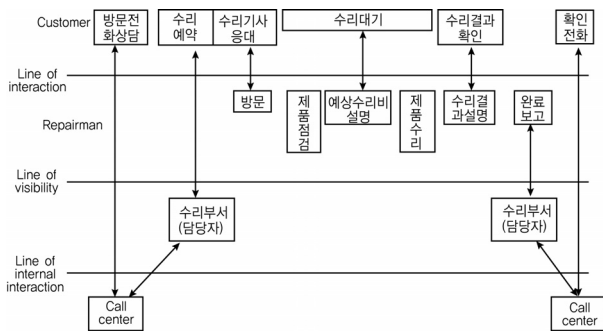
$CF = 1$; acceptable

$CF > 1$; w_i 와 x_i 간에 유의한 차이가 있음

4. 수치 예

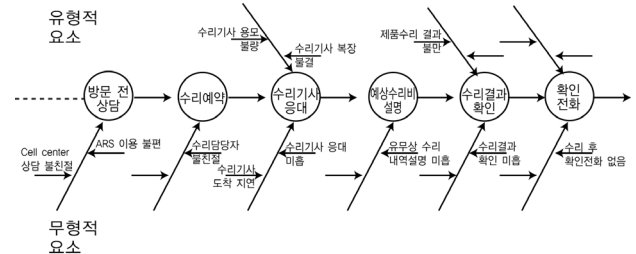
제안된 방법에 대한 수치 예는 국내 S전자에서 수행되고 있는 전자제품 고객 A/S서비스를 대상으로 하였다. 가전제품의 A/S수리 프로세스는 <그림 8>의 서비스 청사진으로 작성되었다. 서비스 청사진은 주관적 서비스를 체계적으로 분석하는데 있어 중요한 그림이다.

이를 토대로 <그림 9>와 같은 A/S 서비스 품질특성요



<그림 8> A/S 서비스의 서비스 청사진

인도를 작성하였다. 서비스 청사진과 품질특성요인도는 퍼지 서비스 FMEA 양식을 작성하는 기초자료로서 서비스 접점에서 고객 불만족의 인과관계를 밝혀내는 데 중요하게 사용된다.



<그림 9> A/S 서비스의 특성요인도

입력된 데이터에 대한 퍼지화를 위해, 퍼지 서비스 FMEA의 입력항목, IS와 TS은 삼각멤버십 함수로 퍼지화하고, 이들의 관계는 <그림 4>의 서비스 청사진과 <그림 5>의 특성요인도를 토대로 다음 <표 2>와 같은 퍼지 서비스 FMEA 양식으로 작성되었다.

<표 2> A/S 서비스의 퍼지 서비스 FMEA 양식

NO.	sub-process activity	Potential failure mode	IS	TS	FG	Ranking	FFG	Ranking
Mot 1	전화상담	ARS이용 불편	3	3	5	2	0.680	2
		Call center 상담 불친절	3	1	3	6	0.366	8
Mot 2	수리예약	수리상담자 불친절	2	2	4	5	0.363	9
Mot 3	수리원 응대	수리원용모 불량	3	3	9	2	0.648	4
		수리원복장 불결	3	2	6	4	0.508	6
		수리원응대 미흡	2	3	6	4	0.500	7
		수리원 지연도착	3	3	9	2	0.654	3
Mot 4	예상수리비 설명	유무상수리 설명내역 미흡	3	4	12	1	0.782	1
Mot 5	수리결과 확인	제품수리 결과 불만	3	2	6	4	0.508	6
		수리결과 확인 미흡	3	1	3	6	0.366	7
Mot 6	확인전화	수리 후 확인전화 불만	2	4	8	3	0.639	5
		Call center 확인전화 불친절	2	3	6	4	0.500	7

<표 2>의 결과는 퍼지순위에서 MOT3(예상수리비 설명), MOT1(전화상담)의 서비스 접점에서 가장 낮은 만족도를 보여주고 있다.

분석의 목적을 위해 <표 3>에서 MOT3과 MOT4에 대

한 공학적 특성 선택을 위한 HOQ 행렬을 작성하였다.

<표 3> 행렬대수를 이용한 HOQ 행렬

	w_i	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	λ_i	μ_i
f_1	2.4	9	3	9	3	0	0	38.7	2.41
f_2	2.2	0	0	0	0	9	9	35.5	2.21
f_3	2.6	9	0	0	1	9	9	41.9	2.61
f_4	2.2	0	0	0	9	9	3	35.4	2.21
f_5	1.6	3	1	3	9	3	1	25.8	1.60
Row weight		49.8	8.8	26.4	44.0	67.8	51.4		
Row weight × (1~5)		2.23	0.39	1.18	1.97	3.04	2.31		
\hat{r}		0.043	0.066	0.197	0.013	0.224	0.020		
$\hat{r}(1\sim 5)$		0.69	1.06	3.18	0.22	3.62	0.32		

여기서 f_1, \dots, f_5 는 잠재적 고장모드(failure modes),
 x_1, \dots, x_6 는 공학적 특성(engineering attributes)

이들에 대해 식 (3), 식 (4)를 적용한 결과, $w \approx \mu$ 이고, 5점척도에 의한 공학특성으로 순위는 $x_5, x_3, x_2, x_1, x_6, x_4$ 로서 기존의 순위 $x_5, x_6, x_1, x_4, x_3, x_2$ 로 변경됨을 알 수 있다.

5. 결 론

<표 3>은 제안된 서비스 개선절차를 이용하여 얻어진 결과를 보여준다. HOQ 행렬 대수에 의해 공학적 특성치(EC)에 대한 우선순위에 그 변화를 보여주고 있고, 이를 통해 서비스 개선의 요인을 결정할 수 있다. 그리고 과거의 FMEA에 의한 개선 방법이 자료 중심적이고, 전문가에 의한 평가 위주로 되어 있어, 그로 인해 과도한 문서 처리작업이 단점으로 지적되어 있는 바 이를 개선한 제시된 <표 2>는 퍼지 서비스 FMEA는 서비스 접점에서 서비스 전문가의 관점에서 뿐 만 아니라, 일반 고객의 정성적인 관점에서 평가를 내릴 수 있는 이점을 갖고 있어 설문에도 FMEA 도구를 용이하게 적용할 수 있다.

실수(실패, 에러, 고장)가 없는 서비스 시스템은 100% 고객만족 서비스 시스템 설계의 요건이다. 제안된 모델은 퍼지 서비스 FMEA를 이용하여 서비스 설계에서 치명적인 고장모드를 확인하고 제거하는 설계 방법으로써 축적된 자료가 없는 서비스 기업의 특성상 서비스 전달자의 경험에 의해 위험 등급을 평가하는 도구가 될 수 있다.

제안된 도구는 모든 서비스 접점(MOT)에서 잠재적 서비스 실패점, 고객의 대기점, 또는 의사결정점들에 대한

중요도를 확인하여 그에 대한 서비스 불만족원인을 분석하여, 실수방지(failsafe)방법(포카요케)을 위한 도구로 사용되고, 또한 서비스 6시그마에서 CTQ 도구로서 이용될 수 있다.

본 논문에서는 서비스 만족을 구성하는 두 가지 요인으로 무형적(IS) 및 유형적(TS) 요소를 다루었다. n개의 구성요인은 요인 당 k개의 척도가 있는 경우 kn개의 결과부 척도가 발생되는 바, 보다 간편한 퍼지추론규칙이 마련되어야 한다.

서비스의 공학적 분석은 서비스의 무형성 특성을 점차 수학적으로 분석할 수 있는 단계로 진보해 가고 있다. 서비스 설계 및 개선을 위한 기존의 도구들과 더불어 서비스 공학에서 더욱 고려하여야 할 부분들은 결과적으로는 제품기반 품질, 신뢰성공학, OR들의 수법들을 접목하여 서비스 개발에 적용되어야 하는 점들이 그 과제가 될 것이라 사료된다.

참고문헌

- [1] Alam, I.; "An exploratory investigation of user involvement in new service development," *Journal of Academy of Marketing Science*, 30 : 250-261, 2002.
- [2] Bowles, J. B. and Pelaez, C. E.; "Fuzzy logic prioritization of failures in a system failure mode, effects and criticality analysis," *Reliability engineering and system safety*, 2(50) : 203-213, 1995.
- [3] Chung, P. T.; "Combining service blueprint and FMEA for service design," *The service industries Journal*, 27(2) : 15-22, 2007.
- [4] Kim, J. H. and Jung, W.; "Reliability engineering," Chungmoongak, 2007.
- [5] Kingman-Brundage J.; "The ABC's of service system blueprinting," In *Designing a winning service strategy*, Bitner LA, Cosby LA, eds, AMA, Chicago, 30-33, 1989.
- [6] Meier, H.; "Service engineering : System development of new services," in *Productivity and quality management frontiers*, MGS University Press, Bradford, UK, 1999.
- [7] Ramaswamy, R.; "Design and management of service processes," Addison wesly, 1996.
- [8] Sakao, T., Shimomura, Y., Sundin, E., and Comstock, M.; "Modeling design objects in CAD system for service/product engineering," *Computer-Aided Design*, 41 : 197-213, 2009.
- [9] Schuing, E. and Johoson, E.; "A proposed mdoel for new service development," *Journal of service mar-*

- keting, 3(2) : 25-34, 1989.
- [10] Sharma, R. K. and Kumar, P.; "Systematic failure mode effect analysis (FMEA) using fuzzy linguistic modeling," *International Journal of Quality and Reliability Management*, 22(9) : 15-22, 2005.
- [11] Shimomura, Y., Hara, T., and Arai, T.; "A service evaluation method using mathematical methodologies," *Manufacturing Technology*, 57 : 437-440, 2008.
- [12] Shoctack, G. L.; "How to design a service, Marketing of services," *American Marketing Association*, 221-229, 1981.
- [13] Tay, K. M. and Lim, C. P.; "Fuzzy FMEA with guided rules reduction system of prioritization of failures," *International Journal of Quality and Reliability Management*, 23(8) : 15-22, 2006.
- [14] Tellefsen, L.; "Failure mode and effect analysis applied to hospital TB program," *American Journal of Infection Control*, 33(5) : 162-163, 2005.
- [15] Zadeh, L.; "Fuzzy sets," *IEEE Information and control*, 8 : 338-353, 1965.
- [16] Zeithaml, V. A. and Bitner, M. J.; "Service marketing," *Irwin McGraw-Hill*, Newyork, 2000.