

Evaluation Model of Service Reliability Using a Service Blueprint and FTA

Jung-Sang Yoo* · Hyung-Sool Oh**†

*Department of Industrial and Management Engineering, Gachon University

**Department of Industrial and Management Engineering, Kangwon National University

서비스 블루프린트와 FTA를 이용한 서비스 신뢰도 평가모델

유정상* · 오형술**†

*가천대학교 공과대학 산업경영공학과

**강원대학교 공학대학 산업경영공학과

Because the difference between products and services are getting less and less, service and manufacturing companies' efforts are increasingly focused on utilizing services to satisfy customers' needs under today's competitive market environment. The value of services depends on service reliability that is identified by satisfaction derived from the relationship between customer needs and service providers. In this paper, we extend concepts from the fault tree analysis for reliability analysis of tangible systems to services. We use an event-based process model to facilitate service design and represent the relationships between functions and failures in a service. The objective of this research is to propose a method for evaluating service reliability based on service processes using service blueprint and FTA. We can identify the failure mode of service in a service delivery process with a service blueprint. The fuzzy membership function is used to characterize the probability of failure based on linguistic terms. FTA is employed to estimate the reliability of service delivery processes with risk factors that are represented as potential failure causes. To demonstrate implementation of the proposed method, we use a case study involving a typical automotive service operation.

Keywords : Service Reliability, Failure Modes, Service Blueprint, Fault Tree Analysis

1. 서론

대부분의 제품과 상품이 IT화 되어가면서 제조업과 서비스업의 경계가 갈수록 희미해져 가고 있으며, 이와 같

은 산업의 패러다임 변화 과정의 대표적 현상이 제품의 서비스화 또는 서비스의 제품화이다. 제품의 특성에 서비스 요소가 많고 적으냐의 차이가 있을 뿐 이제는 모든 기업이 서비스 기업화 되어가고 있다. 따라서, 서비스의 품질이 제품이나 기업의 경쟁력을 좌우하는 가장 중요한 핵심요인이 되었다[25].

서비스 품질은 객관적 기준에 의한 것이기 보다는 고객이 경험한 서비스를 그들이 가지고 있는 기대치와 비교하여 결정한다. 이로 인해, 서비스의 가치는 현장에서 서비스를 제공하는 직원에 의해서 또는 서비스를 사용하는 당시의 상황에 의하여 결정된다. Parasuraman[20, 21]은 고객이 제공받은 서비스에 만족하지 못하는 이유를 서비

Received 29 November 2012; Finally Revised 07 December 2012;

† Corresponding Author : hsoh@kangwon.ac.kr

© 2012 Society of Korea Industrial and Systems Engineering

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>).

스를 계획하여 전달하기까지 거치는 프로세스에서 발생하는 5가지 값으로 설명하였으며, 서비스의 품질을 신뢰성, 반응성, 확산성, 공감성, 유형성 5가지 요인으로 정의하였다[2, 3]. 서비스의 품질요인 중 하나인 신뢰도는 시간에 따라 정의되는 동적인 개념으로서, 고객의 서비스 경험에 직접적인 영향을 미치는 요인으로서 서비스 품질의 5가지 요인 중 가장 중요한 요인으로 인식되고 있다[9]. 그럼에도, 서비스 신뢰도에 대해서는 활발한 연구가 이루어지고 있지는 않다. 또한, 발표된 기존의 연구에서도 무형성(intangibility)이나 동시성(inseparability)과 같은 서비스만이 갖는 특성을 기존의 신뢰도 공학에 반영하려는 시도는 이루어지지 않았다.

Chu et al.[8]은 홍콩의 무선 통신 서비스에 대한 서비스 신뢰도를 대기이론을 이용하여 서비스 가용성으로 평가하였다. Daneshmand et al.[10]은 음성전화의 서비스를 고장 없이 연속적으로 서비스를 제공하는 서비스의 일관성으로 평가하였다[10, 14]. 이들 연구에서는 서비스 신뢰도를 송수신자가 사용하는 회로의 가용성으로 정의하여 평가하였다. Levy et al.[16]은 신뢰도 변수와 성과 변수의 결합분포를 이용하여 신뢰도를 수행능력으로 평가하는 모델을 제시하였다. Geum et al.[12]은 규모가 크고 복잡한 서비스 프로세스의 분석을 위해 FTA(Fault Tree Analysis)를 이용한 트리 구조의 분석 방법을 제시하였다.

본 논문에서는 서비스가 전달되는 과정에서 발생할 수 있는 가능한 실패요인들에 의해 서비스 신뢰도를 평가하는 방법을 제시하였으며, 제시된 방법에서는 FMEA 방법의 RPN 값이 갖는 문제점으로 인하여 본 논문에서는 FTA를 이용하였다.

2. 이론적 배경 및 관련연구 고찰

2.1 서비스 신뢰도에 대한 이론적 고찰

서비스는 기술적인 결과와 기능적인 결과로 이루어진다. 기술적인 결과는 서비스에 의해 제공되는 것('What')으로서, 고객에게 전달되는 것이다. 기능적인 결과는 서비스를 어떻게 전달하는가('How')에 대한 것으로서, 이는 서비스의 전달 프로세스를 이룬다[26].

서비스 시스템은 많은 프로세스로 이루어진다. 이런 이유로 인해, 서비스 신뢰도는 해당 프로세스의 신뢰도로 측정할 수 있다[18]. SERVQUAL에서는 서비스 신뢰도를 "사전에 정의된 성능을 적절하게 전달하는 것"으로 정의한다[20, 21]. 따라서, 서비스 프로세스의 신뢰도는 서비스가 이루어지는 시점에서 사전에 정의된 성과요구를 만족시킬 수 있는 능력으로 정의할 수 있다.

서비스는 무형성(intangibility), 동시성(inseparability), 그리고 이질성(heterogeneity)의 독특한 특성을 가지며, 이것이 서비스를 제조 상품이나 다른 시스템과 구별케 하는 것이다. 이러한 서비스의 특성 때문에 제조 상품이나 제조 프로세스에 적용되던 기존의 신뢰도 공학과 분석 방법을 서비스에 직접적으로 사용하는 것이 어렵다[18]. 기존의 신뢰도 공학을 서비스에 그대로 적용하였을 때 발생하는 첫 번째 문제점은 시스템의 모델링 단계에서의 문제로서, 서비스 프로세스를 마코브 모델로 모델링하는 것은 적절치 않다. 그 이유로는 확률과정 모델이 서비스 프로세스 내의 상호작용과 프로세스 간의 관계를 나타낼 수 없기 때문이다. 따라서, 본 논문에서는 서비스 프로세스를 모델링하고 분석하기 위한 도구로 서비스 블루프린트를 이용한다. 두 번째 문제점은 자료수집 단계에서 발생하는 문제점으로서, 서비스 프로세스의 결과는 서비스가 제공되는 상황이나 고객에 따라서 달라지기 때문에 서비스 프로세스에 대한 자료를 실험실에서 실험모델을 통해 수집, 평가하는 것이 사실상 어렵다. 따라서, 본 논문에서는 각 단계에서 발생하는 실패유형과 이들의 효과에 대한 전문가 집단의 평가결과를 프로세스의 신뢰도 평가를 위한 자료로 사용한다. 마지막 문제점은 신뢰도와 실패를 모델링을 하기 위한 분포를 가정하는 단계에서 발생한다. 일반적인 제품이나 프로세스의 신뢰도 문제에서는 실패가 발생하는 시간이 매우 중요하기 때문에 실패나 신뢰도 평가에 연속형 분포함수를 이용한다. 하지만, 대부분의 서비스 프로세스는 시간과 무관하게 발생하기 때문에 실패의 발생시점 보다는 발생빈도나 실패유형이 더욱 중요하다. 병원의 경우, 환자 접수처에서 발생하는 실패의 발생횟수가 실패의 발생시점 보다 더욱 중요하다. 서비스 신뢰도에서 가장 중요한 것은 실패가 발생하지 않도록 하는 것이며, 또한 서비스 실패의 정확한 발생시점을 측정하는 것이 매우 어렵다는 점이다. 이런 이유로 인해, 본 논문에서는 기존의 신뢰도 공학에서 사용하는 확률모형 대신에 퍼지이론을 이용하여 신뢰도를 평가한다.

본 연구에서 제시하는 서비스 신뢰도 평가모델은 서비스 프로세스의 각 단계에서 발생할 수 있는 실패의 유형과 이로 인한 영향으로 서비스의 신뢰도를 평가하는 것이 가능하다는 것을 전제로 하여 제시하였다. 또한, 서비스를 제공받는 고객의 입장에서는 서비스 신뢰도를 요구하는 서비스가 아무런 문제없이 마무리되는 것으로 이해하기 때문에, 본 연구에서의 서비스 신뢰도는 서비스를 제공하는 과정에서 사용되는 하드웨어나 소프트웨어로 인한 영향은 배제한다.

서비스의 실패유형은 물리적인 제품이나 시스템의 실패유형과는 다르기 때문에 서비스 프로세스의 실패에 대

하여 새로이 정의해야 한다. 서비스에 대한 여러 가지의 정의가 있지만, 본 연구에서는 서비스를 사전에 정의된 조건하에서 서비스 제공자와 고객 간의 상호작용들의 집합으로 정의한다. 따라서, 상호작용은 서비스가 전달되는 과정에서의 기본 활동단위가 된다. 이러한 서비스 정의에 의해 서비스의 실패는 고객의 관점에서 서비스 전달을 위한 상호작용의 실패로 정의한다.

2.2 서비스 신뢰도와 휴먼웨어 신뢰도

전통적인 신뢰도 공학 이론에서는 실패를 고장실패, 성능실패와 일시적 실패로 분류한다. 고장실패는 수리가 이루어져야만 기능이 회복되는 유형의 고장으로, 이를 “hard failures”로도 일컫는다. 성능실패는 고장실패가 발생하지 않았더라도 성능기준을 충족시키지 못하는 경우로서, 이는 “soft failures”라고도 한다. 일시적 실패는 실패현상이 일시적으로 일어났다가 곧 사라지는 현상으로서, 고장실패나 성능실패에서 일어날 수 있다. 또한, 여러 연구들에서 시스템 고장의 중요한 원인이 휴먼웨어에 의한 것으로 보고되었다. Lee et al.[15]과 Liang et al.[17] 연구에 따르면, 시스템 고장의 70~90%가 직접 또는 간접적으로 휴먼웨어에 의한 것이라고 한다. 작업자 신뢰도는 인간-기계 시스템에서 작업자가 필요한 작업을 정확하게 수행하는 확률로 정의되며, 작업자 신뢰도 분석은 이 확률을 평가하기 위한 것이다[29]. 이 확률은 작업자의 수행능력이 시스템의 신뢰도와 안전도에 미치는 영향을 평가하기 위해 사용된다[27].

동시성이나 무형성 같은 서비스 고유의 특성으로 서비스의 신뢰도는 물리적인 제품이나 인간-기계 시스템의 신뢰도와는 다른 특성을 갖는다. 서비스가 전달되는 과정에서 이루어지는 고객의 활동은 서비스가 성공적으로 이루어지기 위해 필수적인 경우도 있다. 동일한 서비스에 대해 고객마다 서로 다른 것을 요구하며, 동일한 서비스를 서비스 제공자마다 서로 다른 방법으로 제공하기도 한다. 서비스의 이러한 특성들로 인해 서비스 신뢰도는 인간-기계 시스템에서의 작업자 신뢰도와 전통적인 신뢰도와 구별된다. 따라서 본 논문에서는 서비스 신뢰도를 서비스 제공자와 고객 간의 상호작용이 실패 없이 이루어지는 확률로서 정의한다.

Liang et al.[17]과 Onisava[19]의 연구결과에 의하면 인간-기계 시스템의 현상은 명확하지가 않으며, 작업자의 수행능력을 예측할 수가 없기 때문에 인간-기계 시스템에서의 작업자의 신뢰도를 정확히 평가하는 것이 어렵다. 서비스 프로세스의 신뢰도를 평가하는 것도 인간-기계 시스템에서의 작업자 신뢰도를 평가하는 것과 동일한 이유로 어려움이 있다. 이러한 문제를 극복하기 위해서 퍼지이론이 서비스 신뢰도 분석에 이용된다. 퍼지이론은 복잡한 시스템에서의 작업자 신뢰도를 분석하는데 매우

유용한 도구이다[17, 19]. 본 논문에서는 확률분포 대신에 $[0, 1]$ 에서 정의되는 퍼지삼각함수를 이용하여 서비스 신뢰도를 모델링 하였다. 삼각퍼지함수를 이용할 때의 이점은 실패모드의 가장 큰 가능성을 표현할 수 있을 뿐만 아니라 평가자료가 갖는 애매함도 반영할 수 있다. 뿐만 아니라, 전문가의 평가를 토대로 하여 실패확률을 결정하는 것은 서비스 신뢰도를 분석하는데 있어 중요한 방법이며, 특히 각 실패모드에 대한 확률평가를 위한 평가자료가 언어로 표현되어 구체적인 수치로 정량적인 평가가 불가능한 경우에는 중요하게 사용된다.

2.3 관련 도구

서비스의 실패는 서비스 제공자에 의한 실패와 고객에 의한 실패로 나눌 수 있다. 서비스 연구기관인 TARP(www.tarp.com)에 의해 수행된 연구결과에 의하면, 모든 고객 불만의 1/3은 고객들에 의해 생긴 문제와 관련된 것이다[4]. 고객의 참여가 필수적인 서비스의 신뢰도 평가를 위해 본 논문에서 사용하는 도구와 이들의 특징에 대하여 살펴보자.

2.3.1 서비스 블루프린트

서비스 신뢰도를 평가하기 위한 첫 번째 단계는 서비스 프로세스의 각 단계를 검토하고 실패가 발생하는 지점과 그 영향을 확인하는 것이다. 이를 위해 널리 이용되는 도구가 서비스 블루프린트이다.

서비스 블루프린트는 ‘가시선(line of visibility)’을 기준으로 양쪽으로 고객과 서비스 제공자에 의해 이루어지는 활동을 시간의 흐름에 따라 구체화시킨 흐름도이다. 블루프린트를 작성하는 과정에서, 서비스 프로세스의 각 단계와 서비스 제공자와 고객 간의 정보흐름을 추적하는 것이 가능하기 때문에 다음과 같은 ‘프로세스의 정의’, ‘실패 가능지점 확인’, ‘소요시간 평가’, ‘수익성 분석’ 등의 여러 가지 문제를 고려할 수 있다[23].

2.3.2 FMEA(Failure Mode and Effects Analysis)

FMEA 방법은 1950년대 초에 확실한 신뢰와 안전을 필요로 하는 항공산업 분야에서 공식적인 설계방법으로 개발된 것이다[4]. 이후로, 다양한 산업분야에서 제품의 신뢰와 안전을 보장하기 위해 널리 이용되고 있다. FMEA는 실패의 모든 가능한 원인을 열거한 다음, 실패가 가져오는 결과의 심각성에 따라 가중치를 부여한다[7]. FMEA에서는 프로세스나 구성품의 실패모드의 위험수준을 평가하기 위해 RPN(risk priority number)를 사용한다. RPN은 3가지 지수인 실패의 심각성(Severity), 실패의 발생 가능성(Occurrence or probability), 실패의 발견 가능성(Detectability)의 곱으로 결정되며, 식 (1)로 표현된다.

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

식 (1)의 3가지 지수 S, O, D 각각에 대한 위험수준은 주관적이며 정성적인 언어표현으로 평가된다. 이러한 평가방법으로 인해 FMEA의 단점으로 지적되고 있는 것은 이들 지수들에 대해 평가결과가 다른 위험수준을 갖는 상황에서도 동일한 RPN 값을 가질 수 있다는 점이다[1]. 이러한 단점을 해결하기 위한 연구도 이루어졌다[2, 6, 7, 22, 30]. Xu et al.[30]은 퍼지논리를 이용한 RPN 평가방법을 제시하였고, Pillay and Wang은 퍼지룰과 grey theory를 이용하는 방법을 제시하였다[22].

서비스는 그 특성상 실패의 발생시점을 파악하는 것이 어려우며, 이로 인해 서비스 실패에 대한 자료수집이 어렵기 때문에 본 논문에서는 확률모형 대신에 퍼지이론을 이용한다. 블루프린트를 통해 파악된 실패유형의 발생확률에 대한 전문가들의 언어평가와 그 결과를 사용하기 위해 FMEA를 이용한다.

2.3.3 FTA(Fault Tree Analysis)

FTA는 발생하는 실패현상을 연역적으로 해석하여 실패원인이 되는 기본사건을 찾고 이들 간의 관계를 AND 또는 OR 게이트에 의해 표현하는 논리 다이어그램으로서, 각 사건들의 영향력을 평가할 수 있는 방법이다[12, 24]. AND 게이트로 연결되는 사건들은 상위의 사건이 발생되기 위해 동시에 발생되어야 하는 것을 표현하는 것이며, OR 게이트는 연결된 사건 중 하나라도 발생하면 상위의 사건이 일어나는 상황을 표현하는 것이다.

최상위 수준의 실패확률을 정량화하기 위한 AND와 OR 게이트의 계산식은 다음과 같다. 식 (2)는 AND 게이트로 연결된 사건들에 대한 확률이고, 식 (3)은 OR 게이트로 연결된 사건들에 대한 확률이다.

$$Q = \prod_{i=1}^n q_i \quad (2)$$

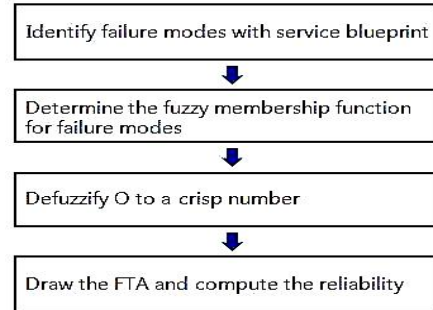
$$Q = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - q_i) \quad (3)$$

FMEA에서의 RPN 계산에 사용되는 3가지 요소 값들은 기수(cardinal number)가 아닌 서수(ordinal number)로서, 이들의 계산 결과치가 정량적으로는 의미를 갖지 못한다. 따라서, FTA에 의해 서비스 프로세스의 신뢰도를 평가하기 위해서는 발생확률에 대한 퍼지 값을 일반 값으로 변환하여야 하며, 본 논문에서는 Chen et al.[5]에 의해 제안된 것을 사용한다.

3. 서비스 신뢰도 평가모델

서비스 블루프린트 작성을 통해 파악된 실패유형들로부터 서비스 프로세스의 신뢰도를 평가하기 위해 본 논

문에서 제안하는 방법의 절차는 <Figure 1>과 같으며, 단계별 내용은 다음과 같다.



<Figure 1> Flowchart of Proposed Reliability Analysis Approach

1) Step 1 : 서비스 블루프린트 작성

첫 번째 단계는 서비스 블루프린트를 작성하는 것이다. 블루프린트 작성을 통해 서비스가 이루어지는 주요 절차를 파악하게 되며, 각 단계에서의 발생 가능한 실패의 유형과 발생 지점을 파악하게 된다.

2) Step 2 : 퍼지함수 결정 및 발생 가능성 평가

두 번째 단계에서는 각 실패유형별로 FMEA의 3가지 지수 S, O, D를 평가하기 위한 언어표현과 이를 위한 멤버함수를 결정한다. 실패유형에 대한 언어표현은 5단계의 언어로 표현되며, 각 표현들은 멤버함수에 의해 퍼지 지수화 한다. 멤버함수는 전문가들의 전문적인 평가를 토대로 만든다. 본 논문에서 사용되는 언어표현의 의미는 <Table 1>과 같으며, 사용되는 멤버함수는 삼각멤버함수로서 <Figure 2>의 것과 같다.

<Table 1> Interpretations of the Linguistic Terms

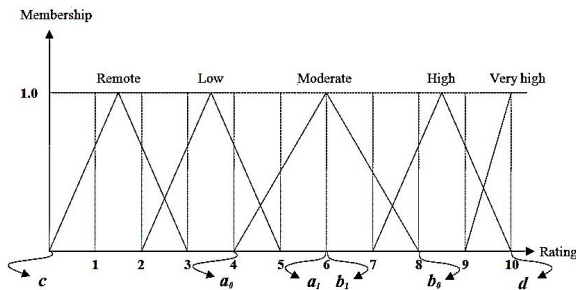
Linguistic term	Severity	Probability of occurrence	Detect ability
Remote	A failure has no effect on customer satisfaction	Failure is unlikely	Remote chance that a failure remains undetected during operation
Low	A failure that would lead slight dissatisfaction to customer	Few failures	Low chance that a failure remains undetected during operation
Moderate	A failure that would lead noticeable dissatisfaction to customer	Occasional failures	Moderate chance that a failure remains undetected during operation
High	A failure that would lead significant dissatisfaction to customer	Repeated failures	High chance that a failure remains undetected during operation
Very high	A failure that would lead serious dissatisfaction to customer	Failure is almost inevitable	Very high chance that a failure remains undetected during operation

3) Step 3 : 평가결과의 비 퍼지화

세 번째 단계는 멤버함수의 퍼지 값을 일반 값으로 변환하는 것이다. 발생확률에 대한 퍼지 값을 비 퍼지화 값으로 일반화하기 위해 사용하는 식 (4)는 Chen et al.[5]에 의해 제안된 것으로서 퍼지집합에서의 구체적인 값으로 변환해준다.

$$K(x) = \frac{\sum_{i=0}^n (b_i - c)}{\sum_{i=0}^n (b_i - c) - \sum_{i=0}^n (a_i - d)} \quad (4)$$

언어표현 'Moderate'를 예로 퍼지 값을 비 퍼지화 값으로 일반화 하는 방법은 <Figure 2>와 같다. 비 퍼지화의 결과치인 0.583은 언어표현 'Moderate'에 대한 확률 값이 된다.



<Figure 2> Defuzzification of the Linguistic Term Moderate

$$K(x) = \frac{[b_0 - c] + [b_1 - c]}{\{[b_0 - c] + [b_1 - c]\} - \{[a_0 - d] + [a_1 - d]\}}$$

$$K(x) = \frac{[8 - 0] + [6 - 0]}{\{[8 - 0] + [6 - 0]\} - \{[4 - 10] + [6 - 10]\}}$$

$$= 0.583$$

4) Step 4 : FTA 작성 및 신뢰도 평가

마지막 단계에서는, 잠재적인 실패유형들을 서비스가 진행되는 절차와 발생시점을 기준하여 FTA를 작성하고, 이를 통해 최종적으로 서비스 프로세스의 신뢰도를 평가한다. FTA에서의 각 사건들에 해당되는 각 실패유형에 대한 실패확률 값은 Step 3에서 평가한 값을 이용한다.

4. 사례연구

이제 본 논문에서 제시하는 서비스 신뢰도 평가모델을 자동차 정비 서비스 사례를 통해 구체적으로 설명하고자 한다. 사례로 택한 자동차 서비스에 대한 자료는 Chase et al.[4]의 것을 이용하였으며, 이에 대한 서비스 블루프린트는 <Figure 3>에 나타냈으며, 각 단계별로 발생 가능한 실패유형과 유형별 발생 가능성에 대한 전문

가들의 평가결과는 <Table 2>와 같다.

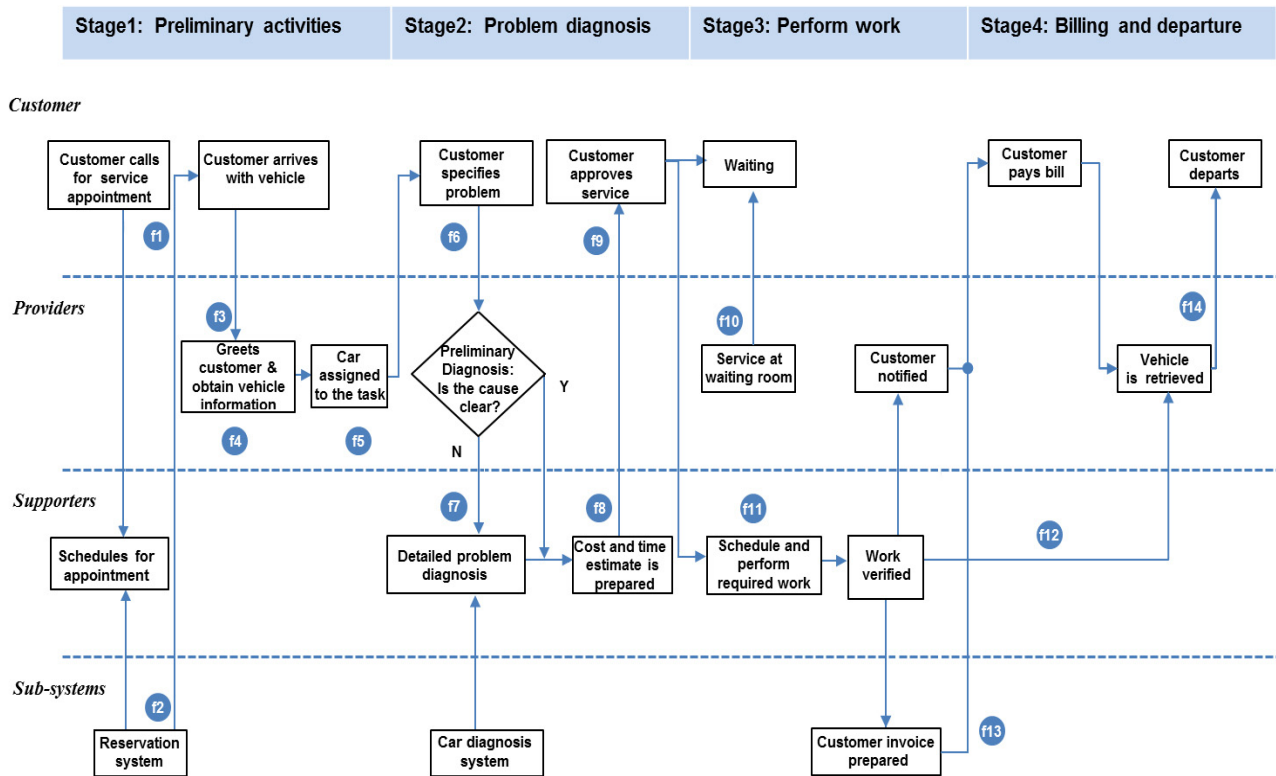
자동차 정비 서비스는 고객이 서비스를 위한 예약을 하는 것으로 시작하여 모든 서비스를 마무리하고 정비업소를 떠나는 것으로 끝난다. 이를 위한 블루프린트는 크게 4단계로 이루어지며, 각 단계에서는 여러 형태의 실패가 발생한다. 각 단계에서 발생하는 실패유형에 대한 발생 가능성에 대한 언어표현과 이에 대한 비 퍼지화 값은 <Table 2>에 정리하였으며, 언어표현에 대해 사용된 멤버십 함수는 <Figure 2>의 것과 동일한 함수를 사용하였다.

<Table 2> Occurrence Frequency of Failures in Auto-motive Service Operations

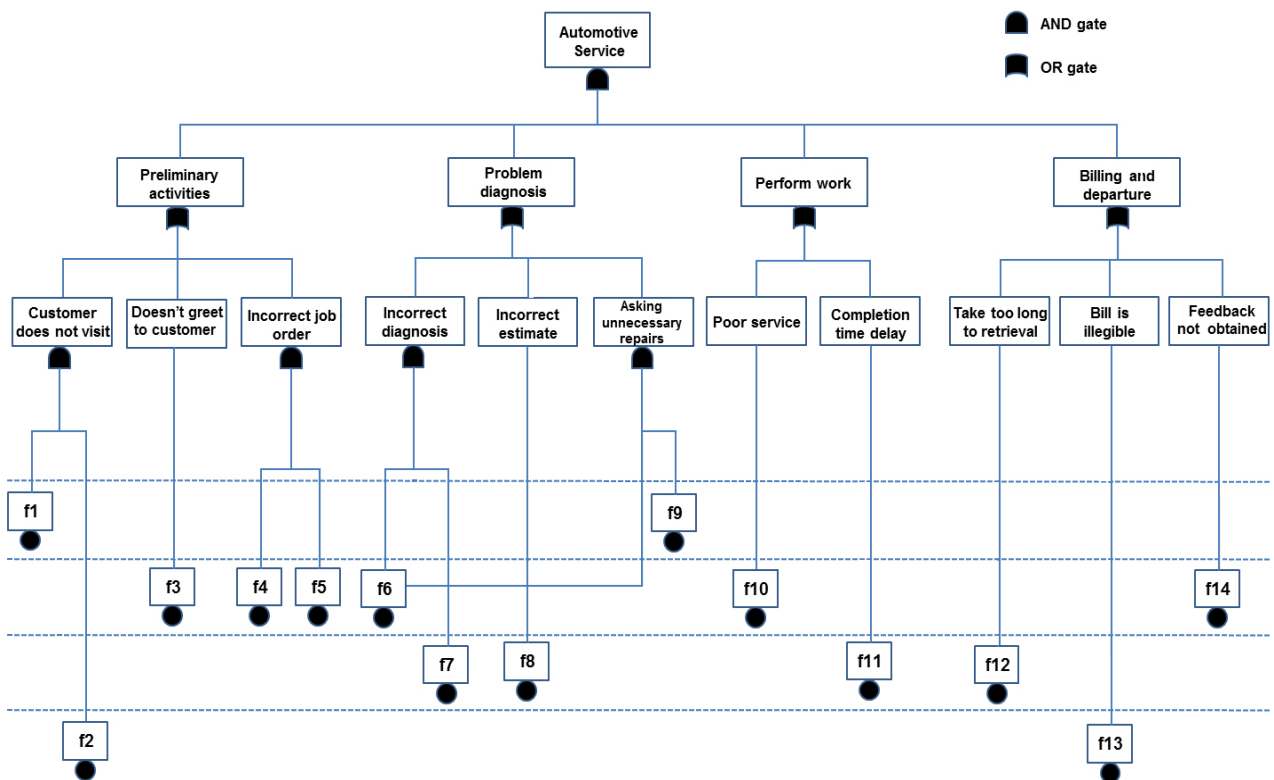
Stage	Failure mode	Occurrence	
Preliminary activities	f1) Customer forgets the need for service.	Low	0.370
	f2) Didn't send the reservation information to customer.	Remote	0.196
	f3) Customer arrival unnoticed.	Low	0.370
	f4) Vehicle information incorrect and process is time consuming.	Remote	0.196
	f5) Customers not served in order of arrival.	Remote	0.196
Problem diagnosis	f6) Customer has difficulty communicating problem.	Low	0.370
	f7) Incorrect diagnosis of problem.	Remote	0.196
	f8) Incorrect estimate.	Remote	0.196
	f9) Customer does not understand the necessary service.	Low	0.370
Perform work	f10) Service in waiting room is inconvenient	Low	0.370
	f11) Parts are not in stock	Remote	0.196
Billing and vehicle retrieval	f12) Vehicle takes too long to arrive	Remote	0.196
	f13) Bill is illegible	Remote	0.196
	f14) Feedback not obtained	Low	0.370

<Table 3> Service Reliability of an Automotive Service Operation

Stage	Failure mode	K(x)	Failure rate of stage	Reliability
Preliminary activities	f1)	0.370	0.438	probability of failure = 0.438 × 0.356 × 0.493 × 0.593 = 0.046
	f2)	0.196		
	f3)	0.370		
	f4)	0.196		
	f5)	0.196		
Problem diagnosis	f6)	0.370	0.356	Reliability = 1-0.046 = 0.954
	f7)	0.196		
	f8)	0.196		
	f9)	0.370		
Perform work	f10)	0.370	0.493	
	f11)	0.196		
Billing and vehicle retrieval	f12)	0.196	0.593	
	f13)	0.196		
	f14)	0.370		



<Figure 3> Service Blueprint for an Automotive Service Operation



<Figure 4> FTA for an Automotive Service Operation

<Figure 4>의 FTA에 의해 분석된 자동차 정비 프로세스의 단계별 실패확률과 정비 서비스의 신뢰도 평가 결과는 <Table 3>과 같다.

사례연구를 통해 FTA를 이용하여 서비스 프로세스의 신뢰도를 평가하는 방법이 여러 가지의 한계점을 갖는 것을 확인하였으며, 이는 다음과 같다.

실패에 대한 데이터 수집이 어려운 특성으로 인해 실패 가능성을 퍼지 값으로 평가하였기 때문에 결과치를 객관적인 신뢰도 수준으로 그대로 평가하는 것이 어렵다. 따라서, 서비스의 신뢰도 평가는 FMEA의 RPN을 해석하는 것처럼 우선순위에 의미를 두어 결과를 해석할 수밖에 없는 한계를 갖는다.

기능들 간의 관계가 고정되어있는 물리적인 제품과는 달리 서비스의 경우는 실패의 원인이 상황에 따라 관련되는 요인들이 달라지는 특성으로 인하여 FTA 작성 시 요인들 간의 관계를 AND 또는 OR 중 어느 것으로 표현해야 하는 것인가를 결정하는 것이 어렵다. 또한, 이로 인해 신뢰도의 평가결과는 전혀 다른 결과를 얻게 된다.

5. 결론

본 연구에서는 서비스 프로세스에서 발생하는 다양한 실패유형에 근거하여 서비스 신뢰도를 평가하는 방법을 제시하였다. 서비스의 프로세스 특성과 고객과 서비스 제공자 간의 상호작용을 고려하기 위해 서비스 블루프린트를 이용하였다. 서비스 블루프린트 작성 과정을 통해서 상호작용과 프로세스에서 발생 가능한 잠재적 실패유형을 규정하였다. 서비스 프로세스에서의 가능한 실패유형의 발생 가능성 평가는 통계분포 대신에 전문가들에 의한 언어표현에 의한 평가결과를 사용하였으며, 이를 위해 퍼지집합 이론을 이용하였다.

서비스 시스템 설계에 이용되는 FMEA 방법의 RPN 값이 갖는 문제점으로 인하여 본 논문에서는 FTA를 이용하였다. 서비스 블루프린트를 통하여 확인한 실패유형들로 FTA를 작성하였으며, 각 실패유형에 대한 발생 가능성의 퍼지 값들을 비 퍼지화한 후, 이 값들을 이용하여 Boolean 논리에 의하여 서비스의 신뢰도를 평가하였다. 실패유형들로 FTA를 작성하는 단계에서의 문제점은, 물리적인 제품에서처럼 구성품들 간의 구조적 특성으로 인하여 유일한 트리 구조를 갖는 것처럼 서비스 프로세스의 실패유형들 간의 트리 구조를 명확히 규정할 수 있는 방법이 필요하다는 점이다.

자동차 정비 서비스 사례를 통해, 본 연구에서 제시한 방법으로 서비스 신뢰도를 평가할 수 있다는 것을 확인하였다. 또한, 제시한 방법은 서비스 신뢰도에 영향을 미

치는 실패유형을 확인함으로써 서비스 프로세스 설계를 용이하게 하는 정량적인 방법으로 사용될 수 있다는 것을 보여주었다.

서비스 신뢰도는 서비스 프로세스에 참여하는 휴먼에러에 민감하기 때문에, 추후에는 서비스 신뢰도에서의 휴먼 에러를 평가하는 방법에 대하여 연구가 이루어져야 할 것이다.

References

- [1] Ben-Daya, M. and Raouf, A., A revised failure mode and effects analysis model. *International Journal of Quality Reliability and Management*, 1993, Vol. 3, No. 1, p 43-47.
- [2] Bowles, J.B. and Pelaez, C.E., Fuzzy logic prioritization of failures in a system failure model, effects and criticality analysis. *Reliability Engineering and System Safety*, 1995, Vol. 50, p 203-213.
- [3] Chang, C.L., Wei, C.C., and Lee, Y.H., Failure mode and effects analysis using fuzzy method and grey theory. *Kybernetes*, 1999, Vol. 28, No. 9, p 1072-1080.
- [4] Chase R.B. and Stewart D.M., Make your service fail-safe. *Sloan Management Review*, 1994, p 35-44.
- [5] Chen, C.B. and Klien, C.M., A simple approach to ranking a group of aggregated fuzzy utilities. *IEEE Transaction System, Man and Cybernetics, Part B : Cybernet*, 1997, Vol. 27, No. 1, p 26-35.
- [6] Chen, L.H. and Ko, W.C., Fuzzy linear programming models for new product design using QFD with FMEA. *Applied Mathematical Modeling*, 2009, Vol. 33, p 633-647.
- [7] Chin, K.S., Chan, A., and Yang, J.B., Development of a fuzzy FMEA based product design system. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2008, Vol. 36, p 633-649.
- [8] Chu, L.K., Chu, S.S., and Sculli, D., Service availability of a radio access telecommunications network. *Quality and Reliability Engineering International*, 1998, Vol. 14, p 365-370.
- [9] Cook, L.S., Bowen D.E., Chase, R.B., Dasu, S., Stewart, D.M., and Tansik, D.A., Human issues in service design. *Journal of Operations Management*, 2002, Vol. 20, p 159-174.
- [10] Daneshmand, M. and Savolaine, C., Measuring outages in telecommunications switched networks. *IEEE Communications Magazine*, 1993, p 34-30.
- [11] Deng, J., Control problems of grey systems. *System*

- Control Letter*, 1982, Vol. 1, No. 5, p 288-294.
- [12] Geum, Y., Seol, H., Lee, S., and Park, Y., Application of fault tree analysis to the service process : service tree analysis approach. *Journal of Service Management*, 2009, Vol. 20, No. 4, p 433-454.
- [13] Gilchrist, W., Modeling failure modes and effects analysis, *International Journal of Quality Reliability and Management*, 1993, Vol. 10, No. 5, p 1-24.
- [14] Glossbrenner, K.C., Availability and reliability of switched services. *IEEE Communications Magazine*, 1993, p 28-32.
- [15] Lee, K.W., Tillman, F.A., and Higgins, J.J., A literature survey of the human reliability component in a man-machine system. *IEEE Transactions on Reliability*, 1988, Vol. 37, No. 1, p 24-34.
- [16] Levy, Y. and Wirth, P., *A unifying approach to performance and reliability objectives*. Proc. 12th International Tele traffic Congress, 1988.
- [17] Liang, G.S. and Wang, M.J., Evaluating human reliability using fuzzy relation. *Micro electron Reliability*, 1993, Vol. 33, No. 1, p 63-80.
- [18] Mustafa, G. and Ipek, D., Reliability of service systems and an application in student office. *The International Journal of Quality and Reliability Management*, 2002, Vol. 19, No. 2, p 206-211.
- [19] Onisawa, T., A representation of human reliability using fuzzy concepts. *Information Sciences*, 1988, Vol. 45, p 153-173.
- [20] Parasuraman, A., Zeithaml, V.A., and Berry, L.L., SERVQUAL : a multiple item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 1988, Vol. 64, No. 1, p 12-40.
- [21] Parasuraman, A., Berry, L.L., and Zeithaml, V.A., Understanding customer expectations of service. *Sloan Management Review*, 1991, p 39-48.
- [22] Pillay, A. and Wang, J., Modified failure mode and effects analysis using approximate reasoning. *Reliability Engineering and System Safety*, 2003, Vol. 79, p 69-85.
- [23] Shostack, G.L., Designing services that deliver. *Harvard Business Review*, 1984, p 133-139.
- [24] Singer, D., A fuzzy set approach to fault tree and reliability analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 1990, Vol. 34, p 145-155.
- [25] Sivadas, E. and Baker-Prewitt, J.L., An examination of the relationship between service quality, customer satisfaction, and store loyalty, *International Journal of Retail and Distribution*, 2000, Vol. 28, No. 2, p 73-82.
- [26] Strawderman, L. and Koubek, R., Human factors and usability in service quality measurement. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 2008, Vol. 18, No. 4, p 454-463.
- [27] Swain, A.D., Human reliability analysis : needs, status, trends and limitations. *Reliability Engineering and System Safety*, 1990, Vol. 29, p 301-313.
- [28] Teng, S.H. and Ho, S.Y., Failure mode and effects analysis : an integrated approach for product design and process control. *International Journal of Quality, Reliability and Management*, 1996, Vol. 13, No. 5, p 8-26.
- [29] Vanderhaegen, F., A non-probabilistic prospective and retrospective human reliability analysis method-application to railway system. *Reliability Engineering and System Safety*, 2001, Vol. 71, p 1-13.
- [30] Xu, K., Tang, L.C., Xie, M., Ho, S.L., and Zhu, M.L., Fuzzy assessment of FMEA for engine system. *Reliability Engineering and System Safety*, 2002, Vol. 75, p 17-29.