학습효과를 고려한 셀프서비스 모델 : 셀프서비스 주유소 분석*

정성욱** · 양홍석**† · 김수욱**

Self-Service Model Considering Learning Effect : Self-Service Gas Station

Sung Wook Jung** · Hongsuk Yang** · Soo Wook Kim**

■ Abstract ■

In recent years, service delivery systems employing a self-service approach have been rapidly spreading. Since a self-service system provides a lower product price, it attracts more customers. However, some system managers are still hesitant to accept a self-service system, because there is no systematic model to predict its performance.

Therefore, this research attempts to provide a systematic and quantitative model to predict the performance of a self-service system, focused specifically on a self-service gas station. Under this model, the traditional queuing theory was adopted to describe the general self-service process, but it is also assumed that some changes occur in both the customer arrival rate and the service performance rate. In particular, the price elasticity was introduced to capture the change in the customer arrival rate, and the existence of learning effect and helpers were assumed to design the changed service performance rate. Under these assumptions, a simulation model for a self-service gas station is established, and three performance measurements, such as average number of customers, average waiting time, and Utilization are observed, depending on the changes in price difference and helper-operating time.

In this research, the optimal operation strategy for price differentiation and helper-operating time is proposed in accordance with the level of the customer learning rate. Although this research confines the scope of the study to the self-service gas station model, the results of this research can be applied to any type of self-service system.

Keyword : Self Service, Learning Effect, Price Elasticity

논문접수일 : 2012년 04월 06일 논문게재확정일 : 2012년 12월 07일

논문수정일(1차 : 2012년 10월 11일)

* 본 연구는 서울대학교 경영대학 경영연구소의 연구비 지원에 의해 수행되었음. 문헌정리에 도움을 준 오상훈에게 감사합니다.

** 서울대학교 경영대학

† 교신저자

1. 도 입

최근 서비스 전달 방식에 있어서 셀프서비스의 도입이 증가하고 있다. 은행업무에 대한 ATM 기기의 사용이 증가하고 있으며[23], 항공사들은 항공기 예약 및 탑승 수속을 고객 스스로 휴대폰 및 온라인으로 처리할 수 있도록 IT 인프라를 구축하고 있다. 뿐만 아니라, 벨기에의 슈퍼마켓 체인 델하이즈는 고객이 매장 내에서 바코드 리더기를 들고 다니며 물건값을 직접 계산하는 모바일 셀프 스캐닝 시스템을 도입하였고, 영국의 할인점 테스코는 2008년부터 셀프 계산대만 설치한 매장을 선보이고 있다고 한다.

국내에서는 셀프서비스 주유소의 숫자가 급증하고 있다. 고유가 시대가 계속되면서 점원에 의해 서비스를 제공받는 주유소에 비해 저렴한 가격의 기름을 제공하는 셀프서비스 주유소에 대한 수요가 증가했기 때문이다. EBN 뉴스에 보도된 자료에 따르면, 2008년 국내에서 150여 개에 불과하던 셀프 주유소는 2009년 300개 이상으로 증가하였다고 한다[7]. 셀프 주유소 급증은 비단 국내에만 국한된 것이 아니다. 1998년 셀프서비스 주유소를 처음 도입한 일본에서도 2008년 7,774개의 셀프서비스 주유소를 보유하고 있는 것으로 집계되었다[8]. 2010년 월간 주유소 보도자료에 따르면, 이는 모든 주유소 숫자의 약 20%에 해당하는 수치이며, 폭발적인 셀프 주유소 증가에 비해 점원을 이용한 주유소 숫자는 오히려 감소하고 있다고 한다.

하지만 모든 셀프서비스 시스템 도입이 성공적인 것은 아니다. 최근 영국의 소매시장 전문 분석 기관인 ‘The Grocer’에 의해 실시된 설문 조사에서 73%의 고객이 셀프 카운터에 불만을 가지고 있다고 응답하였다[35]. 이 연구를 통해 셀프 카운터가 오작동하는 경우가 많아 고객 불만이 가중되고 있으며, 셀프 카운터 설치 이후, 고객 대기시간이 증가한 사실이 밝혀졌다. 또한, 현재는 국내에서 보편화된 셀프서비스 주유소도 1990년대 중반 처음 도입되었을 시에는 큰 호응을 이끌어내지 못하였다. 직접 주유하는 방식에 익숙하지 않았던 고객들은 가격을 더 지불하더라도 점원이 서비스를 제공하는 주유소를 선호하였다고 한다.

셀프서비스 시스템이 낮은 가격에 기인한 고객 유인 효과를 가지고 있다는 것은 분명하다. 하지만 이러한 고객 유인 효과에도 불구하고 일부 셀프서비스 시스템은 성공적으로 운영되지 못하고 있다. 많은 시스템 운영자들은 셀프 시스템의 고객 유인 효과를 저해하는 요소에 대한 체계적인 분석이 부재하고, 셀프서비스 시스템의 성과를 분석해줄 정량적 모델이 확립되지 않았기 때문에 전면적인 셀프서비스 시스템의 도입 및 성공적인 운영은 어렵다고 주장한다.

이에 본 연구에서는 셀프서비스 시스템의 성과를 예측하는 정량적인 시뮬레이션 모형을 구축하여 적정 셀프서비스 운영 방안을 제시한다. 이를 위해 전통적으로 서비스 시스템 분석을 위해 사용되었던 대기행렬 이론들이 적용되었으며, 고객의 과거 서

[그림 1] 국내 및 일본 셀프 주유소 변화(출처: 월간 주유소)

비스 사용 경험에 의존하는 서비스 수행 속도를 설명하기 위해 학습 효과 이론을 도입되었다. 또한, 셀프 시스템 성과를 극대화하기 위해 사용되는 가격차별 및 보조점원 운영 전략을 제시하고, 이의 효과를 검증하기 위해 점원을 이용하여 서비스를 제공하는 시스템과의 가격 차이를 부여할 수 있도록 모형을 구성하였다. 본 연구 결과를 통해, 시스템 운영자들은 셀프 시스템 효율성을 극대화하기 위한 최적의 가격/보조점원 운영 전략을 살펴볼 수 있고, 시스템 성과를 예측해볼 수 있다.

2. 문헌 조사 및 모델 구성

2.1 기존 셀프서비스 관련 연구

셀프서비스는 기술기반 셀프서비스와 노동집약 셀프서비스의 두 가지 범주로 분류되지만, 대다수의 셀프서비스 관련 연구는 기술 기반 셀프서비스에 집중되고 있다. Meuter et al.[24]은 셀프서비스 기술을 고객들로 하여금 서비스 점원의 개입 없이 서비스 수행이 가능하게 하는 기술적 접점으로 정의하고,

현금 자동 지급기, 자동화된 호텔 체크인아웃 시스템, 폰뱅킹, 페덱스의 온라인 화물 추적 서비스 등을 기술기반 셀프서비스의 대표적인 사례로 제시하였다. 특히, Meuter et al.[24]은 셀프서비스 기술을 고객 인터페이스 및 사용 목적에 따라 12개의 카테고리로 구분하고, 셀프서비스 기술 분류를 위한 효과적인 프레임워크를 제시하였다.

셀프서비스 정의 및 분류에 관한 연구를 바탕으로 셀프서비스 도입에 대한 연구 또한 활발히 진행되었다. 특히, 고객들의 셀프서비스 사용 의도 및 셀프 서비스 기대 효과에 영향을 미치는 요소들을 규명하는 데 관련 연구들이 집중되고 있다. Meuter et al.[25]은 기술의 혁신적 특성과 고객별 개인 특성이 고객들이 셀프서비스 기술을 시도해보는 데 중요한 영향을 미친다는 사실을 규명하고, 이에 대한 개인별 기술 수용 능력 및 사용 동기의 중개 효과를 측정하고자 노력하였다. 또한, Walker et al.[33]은 신 기술을 접목한 서비스 전달 방식을 이용하는 데 영향을 미치는 요소들에 대한 연구를 진행하였으며, Dabholkar[14]는 서비스에 대한 기대 품질이 셀프 서비스 사용에 긍정적 영향을 미친다고 가정하고,

〈표 1〉 셀프서비스 관련 선행연구

저자	연도	설명	분류
Meuter et al.	2000	◦ 셀프서비스 기술 분류를 위한 프레임워크 제시	셀프서비스 분류 연구
Dabholkar	1996	◦ 서비스에 대한 기대 품질이 셀프서비스 사용에 긍정적 영향을 미친다고 가정하고, 서비스 기대 품질에 영향을 미치는 요소를 규명 ◦ 셀프서비스 기술 특성에 기반한 모델과 고객이 셀프서비스를 사용하는 데 대한 일반적 태도에 기반한 두 가지 모델을 제시	셀프서비스 사용 의도 및 기대 효과에 영향을 미치는 요소 규명 연구
Dabholkar	2002	◦ 기술 기반 셀프서비스 사용에 대한 고객 반응에 영향을 미치는 변수들을 규명하면서 고객 개개인의 차이 및 상황적인 요소에 의한 조절 효과에 대해 연구	셀프서비스 사용 의도 및 기대 효과에 영향을 미치는 요소 규명 연구
Walker et al.	2002	◦ 고객들이 신기술을 접목한 서비스 전달방식을 이용하는 데 영향을 미치는 요소들을 규명	셀프서비스 사용 의도 및 기대 효과에 영향을 미치는 요소 규명 연구
Meuter et al.	2005	◦ 셀프서비스 기술을 시도해보는 데 영향을 미치는 주요 요소로 기술의 혁신적 특성과 고객별 특성을 규명하고, 개인별 기술 수용 능력 및 사용 동기의 중개 효과를 측정	셀프서비스 사용 의도 및 기대 효과에 영향을 미치는 요소 규명 연구
Meuter et al.	2005	◦ 고객들이 셀프서비스 기술을 시도해보는 데 있어서 주요 요소로 개인별 차이를 규명하고, 이를 개개인의 타성, 기술에 대한 우려 등과 함께 인구통계학적인 특성을 통해 설명함	고객별 인구 통계학적 특성에 기인한 셀프서비스 수용 차이에 대한 연구

서비스 기대 품질에 영향을 미치는 요소를 규명하였다. 이 연구에서 셀프서비스 기술 특성에 기반한 모델 및 고객의 일반적 태도 및 특성에 기반한 모델을 제시하고, 두 가지 모델 중 기술 특성에 기반한 모델이 고객의 셀프서비스 수용 프로세스에 적합하다는 사실이 연구되었다. 또한, Dabholkar[15]는 기술기반 셀프서비스에 대한 고객 반응에 영향을 미치는 요인들을 규명하면서, 고객 개개인의 차이 및 상황적 요소에 의한 조절 효과가 존재한다는 사실을 밝혀내었다.

이 외에도 고객들의 인구 통계학적 특성 차이에 따른 셀프서비스 수용 차이에 대한 연구들도 일부 진행되었다. 예를 들어, Meuter et al.[25]은 고객들의 개인별 특성이 셀프서비스 기술 시도에 중요한 영향을 미친다고 가정하고, 개인별 타성, 기술에 대한 우려 정도 등과 함께 인구통계학적 특성을 고려한 모델을 검증하였다.

2.2 셀프서비스 시스템에서의 서비스 처리시간

일반적으로 어떤 일을 처리할 때 소요되는 시간은 그 일을 반복함에 따라 감소하며, 감소되는 패턴은 어떤 종류의 일인가에 상관없이 동일한 방식을 따르게 된다[26, 27]. 이러한 감소 현상을 ‘학습 효과’라고 부르는데, 최초의 학습 효과 이론은 항공기 제조업에서 생산량이 증가함에 따라 생산 비용이 감소하는 현상에 기인하여 고안되었다[34]. 다양한 분야에서 학습 효과에 대한 연구가 진행되었다[3-5, 10]. 학습 곡선 모델에는 평균시간 모델과 한계시간 모델이 존재한다[21]. 평균시간 모델은 생산량이 증가될 때마다 누적평균생산 시간이 감소하는 모델이며, 한계시간 모델은 생산량이 증가되는 시점의 제품단위 생산 시간이 감소하는 모델이다. 본 연구에서는 고객들이 셀프서비스 시스템을 이용할 시, 학습 효과가 존재하여 시스템 이용이 증가함에 따라 고객들의 개인별 서비스 처리 속도가 증가한다고 가정하였으며, 그 중에서도 서비스 이용 경험이 1회 증가할 때마다 변화되는 서비스 처리 시간이 주요 관

심 대상이기 때문에 한계시간 모델을 적용하였다.

한계시간 모델에서는 작업수행이 2배로 증가할 때마다 작업수행시간이 $1-R$ (R : 학습률)의 비율로 감소한다. 한계시간 모델에서의 x 번째 반복작업에 소요되는 수행시간 T_x 는 식 (1)과 같이 계산되며, 이는 본 연구에서 x 번째 셀프서비스 경험 후, 서비스 처리 시간으로 해석될 수 있다.

$$T_x = a \cdot x^b \quad (1)$$

(a = 첫 번째 작업수행시간, $b = \log R / \log 2$,

x = 작업의 반복 수행횟수, R = 학습률)

때때로 시스템 운영자는 셀프서비스 사용에 익숙하지 않은 고객들을 돕기 위해 보조점원들을 배치하기도 한다. 이러한 점원들은 모든 서비스를 제공하는 것이 아니라 고객이 요청한 서비스 또는 지연이 많이 발생하는 부분에 대한 일부 서비스만을 수행하게 된다. 이러한 보조점원의 존재를 가정할 경우, 고객별 서비스 수행 시간은 식 (2)와 같이 표현된다. 식 (2)는 식 (1)에서 보조점원이 수행한 서비스 시간을 고객이 직접 수행할 시 소요되는 시간으로 변형하여 차감한 후, 보조점원이 수행한 서비스 수행시간을 더해준 총 소요 시간을 계산해 준 방식이다.

$$T_x = a \cdot x^b - \left[T_{\text{subclerk}} \times \left(\frac{\mu_{\text{customer}}}{\mu_{\text{clerk}}} - 1 \right) \right] \quad (2)$$

T_x : 고객이 서비스를 홀로 수행할 시 예상소요 시간

T_{subclerk} : 보조점원이 수행한 서비스시간

μ_{customer} : 고객 평균 서비스 수행시간

μ_{clerk} : 점원 평균 서비스 수행시간

2.3 셀프서비스 시스템에서의 고객 도착 속도

셀프서비스 시스템 도입으로 인한 고객 도착 속도의 변화는 고객들의 시스템 사용 의도 및 새로운 시스템에 대한 고객 수용 태도와 밀접하게 연관된

어 있다. 제 2.1절에서 살펴보았듯이, 다양한 요인들이 고객들의 셀프서비스 사용 의도 및 수용 태도에 영향을 미친다. 본 연구에서는 Dabhokar[12]와 Meuter et al.[25]의 연구 모델을 참조하여 이러한 다양한 요인들을 고객 개인별 특성에 기인한 요인과 시스템 자체에 기인한 요인으로 구분하였으며, 시스템에 기인한 요인의 경우 실질적으로 제공되는 효용에 기인한 요인들과 정성적으로 제공되는 심리적 효용에 기인한 요인들로 분류하였다.

셀프서비스 도입으로 고객들이 기대할 수 있는 실질 효용에는 대기시간 감소와 가격 할인이 존재한다. 고객 대기시간 감소는 많은 선행 연구에서 셀프서비스의 기대 품질 및 수요를 결정짓는 주요 변수로 고려되었다[14, 24]. 셀프서비스 시스템에서 대기시간 감소가 일어나는 방식은 다양하다. 셀프서비스를 도입하면 시스템 운영비용이 감소하기 때문에 서버수를 증가시켜 대기시간을 감소시킬 수 있고, 첨단 IT 기술과 결합된 셀프서비스의 도입으로 서비스 처리 속도 자체를 향상시켜 대기시간을 감소시킬 수도 있다. 또한, 대기열에서 기다리고 있는 고객들로 하여금 일부 서비스를 스스로 수행하게 함으로써 서비스 개시까지의 소요 시간을 감소시켜 대기시간 감소 효과를 얻을 수도 있다. 하지만 본 연구에서 채택한 셀프서비스 주유소 모델에서는 이러한 형태의 대기시간 감소 효과가 발생하기 어렵다고 판단된다. 오히려, 익숙하지 않은 서비스

실행에 따른 평균 서비스 수행 속도가 감소되어 고객 대기시간이 증가할 것으로 예상된다. 따라서, 본 연구에서는 셀프서비스 도입으로 인한 고객 대기시간 감소는 발생하지 않으며, 이에 기인한 고객 도착 속도 증가 현상 역시 발생하지 않는다고 가정하였다.

셀프서비스 도입으로 인해 고객들이 기대할 수 있는 두 번째 실질 효용은 가격 할인이다. Meuter et al.[24]의 연구에서는 고객들이 셀프서비스 이용을 통해 비용 절감이 가능하다고 응답하였으며, Skolka [31]의 연구에서는 고객들이 서비스를 직접 수행한 데 대한 보상의 일환으로 가격 인하를 기대하였다. 본 연구에서는 이러한 가격 할인만이 셀프서비스가 제공할 수 있는 유일 실질 효용이라 가정하고, 가격 탄력성을 이용하여 점원제공 서비스를 이용하는 기존 시스템이 셀프서비스 시스템으로 전환될 경우 고객 도착 속도를 예측하여 보았다.

먼저, 수요의 가격 탄력성은 상품 가격에 작은 변화가 생겼을 때 그 변화율에 대한 수요량 변화율의 상대적 크기로 측정된다.

$$\epsilon_p = -\frac{\Delta Q_D}{\Delta P/P} = -\frac{\Delta Q_D}{\Delta P} \frac{P}{Q_D} \quad (3)$$

(P : 제품의 가격, Q_D : 제품의 수요, Δ : 변화량)

식 (3)에서 ΔQ_D와 ΔP에 대해 다음과 같은 구간

[그림 2] 고객 도착 속도 변화 규명

수요 탄력성의 개념을 적용시킨다.

$$\Delta Q_D = Q_D(\text{기존 점원이용 서비스하}) \quad (4)$$

$$-Q_D(\text{셀프서비스하})$$

$$\Delta P = P(\text{기존 점원이용 서비스하}) \quad (5)$$

$$-P(\text{셀프서비스하})$$

이어서 식 (3)의 양변을 시간 t 로 나누어주면 식 (6)과 같은 가격과 평균고객도착속도의 관계식을 얻을 수 있다.

$$\lambda_S = \lambda_c + \frac{\epsilon_p \cdot \Delta P \cdot \lambda_c}{P_c} \quad (6)$$

λ_S : 셀프서비스하 고객도착속도,

λ_c : 기존 점원이용 서비스하 고객도착속도

P_c : 기존 점원이용 서비스하 제품 가격

현재까지 셀프서비스 시스템이 제공할 수 있는 심리적 효용과 고객 도착 속도간의 정량적 관계 혹은, 고객 개인별 특성과 고객 수요와의 정량적 관계를 규명한 기존 연구는 거의 전무한 실정이다. 제 2.1절에서도 언급했듯이 대부분의 셀프서비스 관련 연구는 고객 도착 속도에 변화를 야기하는 주요 심리적 효용 변수와 고객별 특성 차이 변수를 규명하고, 이의 효과를 통계적으로 검증하는 데에 초점을 맞추고 있다. 이는 첫째로, 심리적 효용이나 고객 특성 등을 객관적으로 측정할 수 있는 정량적 지표가 부재하기 때문이며, 설령 정량화된 지표가 존재한다 하더라도 이러한 특성은 개인별로 상이하기 때문에 선택되는 고객 집단마다 다른 결과가 측정될 것이기 때문이다.

본 연구에서는 이러한 심리적 효용 및 고객 특성에 기인한 수요 변화 효과가 종합적으로 수요 즉, 고객 도착 속도에 영향을 미친다고 가정하였다. 또한, 이처럼 결합된 효과를 고려하기 위한 조정 변수 ϵ 를 도입하여 곱셈식 형태로 식 (6)과 결합시켜 주었다.

$$\lambda_S = \left[\lambda_c + \frac{\epsilon_p \cdot \Delta P \cdot \lambda_c}{P_c} \right] \times \epsilon \quad (7)$$

새롭게 도입된 셀프서비스 시스템이 야기할 심리적 효용이 크고, 잠재 고객군이 새로운 시스템 사용에 적극적이라면 ϵ 은 1 이상의 값을 가지게 될 것이며, 반대의 경우 ϵ 은 1 이하의 값을 가지게 될 것이다.

3. 시뮬레이션 모델

본 연구의 목적은 셀프서비스 도입에 따른 변화를 살펴보고, 셀프서비스 시스템의 최적 운영 방안을 도출해내는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 식 (2)와 식 (7)을 이용한 시뮬레이션 주유소 모형을 구축해 주었다. 이 모델에서 점원에 의해 운영되던 5대의 서버를 가진 점원이용 서비스 주유소가 셀프서비스 주유소로 전환되었다고 가정하였으며, 이 주유소는 선입선출 방식(FCFS : First Come, First Served)으로 운영되고 있다고 가정하였다. 특히, 본 연구에서는 이러한 시뮬레이션 모형의 구축을 통해 고객이탈현상까지 고려한 보다 현실적인 결과를 도출할 수 있었다.

3.1 파라미터 및 변수값 결정

시뮬레이션 모델의 구축을 위해 본 연구에서는 고객별 서비스 이용 횟수, 고객간 도착 시간, 초기 서비스 수행 시간의 3가지 확률변수를 사용해 주었다. 각각의 확률 변수들은 일정한 분포를 따른다고 가정하였으며, 고객별 서비스 이용 횟수 및 고객간 도착 시간에 대한 확률 분포 모형 및 파라미터 값들은 실질적인 데이터 수집 활동을 통해 예측되었다. 먼저, 고객별 서비스 이용 횟수는 처음 고객이 셀프주유소를 이용하러 온 순간을 1회라고 가정하여 1회 미만에서는 값이 존재하지 않는 불연속적인 정규 분포를 따른다고 가정하였다. 파라미터로는 30명 자가차량 운전자에 대한 측정 결과 얻어진 평균 셀프주유소 이용 횟수(2회)와 표준 편차(2.4)값을 사용해 주었다. 또한, 실제 주유소에서의 평균고객 도착 속도(5분)를 관측하고, 이 값을 식 (7)을 통해 셀프주유소에서의 평균고객 도착 속도로 변환하

여, 지수 분포를 따르는 셀프 주유소에서의 고객 도착 시간값 생성에 활용하였다. 마지막으로 초기 서비스 수행 시간은 고객마다 상이하며, 5분에서 8분 사이의 균등 분포를 따른다고 가정하였다.

또한, 본 연구에서는 가격 탄력성, 학습률, 셀프서비스 조정항 등 3가지 파라미터를 사용하였다. 먼저, 가격 탄력성은 가격 변화에 따른 수요량 변화 정도를 의미하며, 선행 연구[1]를 참고하여 휘발유 수요의 평균 장기 가격 탄력성(0.8)을 사용하였다. 학습률 R은 경험 전/후의 서비스 수행시간 비율을 의미하는데, 본 연구에서는 학습률에 대한 적정 수준을 고려하기 위해 Rodney Stewart[32]가 제시한 가이드 라인을 참조하였다. 이 연구에서 Rodney Stewart는 수작업과 기기작동의 비율 및 산업군에 따른 적정 R을 제시하였는데, 대부분의 수치가 0.75~0.95 범위 내에 분포하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 일반적으로 학습률(R)은 0.75~0.95 내에 분포한다고 가정하고, 이 범위 내의 5가지 학습률 수준(0.75, 0.8, 0.85, 0.9, 0.95)을 고려해 주었다.

셀프서비스 조정 변수 ε 는 앞에서 언급한 바와 같이 심리적 효용과 고객 특성에 기인한 수요 조정 효과를 반영한다. 작은 값일수록 전반적으로 셀프

서비스 전이에 대한 거부감이 크다는 것을 의미하며, 큰 값일수록 시스템 전환에 호의적임을 의미한다. 본 연구에서는 셀프서비스 조정 변수 ε 로 0.5, 1.0, 1.5 3가지 수준을 고려해 주었다(본 연구에서는 이 파라미터는 외부 환경에 의해 일반적으로 결정되기보다는 셀프서비스 홍보 노력 등을 통해 일부 통제할 수 있는 값이라고 가정하였다).

마지막으로 본 연구에서는 가격 차이와 보조점원 운영시간 등 2가지 결정 변수를 사용하였다. 셀프주유소로 전환 시 운영비 감소에 따른 저렴한 가격의 휘발유 제공이 가능하다고 가정하고, 20원~300원 사이의 15단계 기름 가격 차이에 따른 결과 변수 변화를 살펴보았다. 또한, 보조점원이 존재함에 따라 서비스 수행시간이 감소되어 시스템 효율성 변화를 야기하리라 가정하고, 0초, 20초, 40초, 1분, 1분 20초, 1분 40초의 6가지 수준 보조점원 운영시간에 따른 결과 변수 변화를 살펴보았다.

따라서 본 연구에서는 학습률 5수준×셀프서비스 조정 변수 3수준×가격 차이 15수준×보조점원 운영시간 6수준의 총 1,350가지 시나리오를 고려해 주었으며, 각각의 시나리오에 대해 100회 반복 수행을 실시하였다.

〈표 2〉 본 연구모형에서 사용된 변수 및 파라미터

변수	구 분	측정 방법
고객별 서비스 이용 횟수	확률변수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 처음 고객이 온 순간을 1회로 가정하여 1회 미만에서는 값이 존재하지 않는 불연속적인 정규 분포를 따른다고 가정 ◦ 실제 측정($n = 30$)을 통한 평균 이용횟수(2회)와 표준 편차(2.4) 사용
고객간 도착 시간	확률변수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 실제 주유소에서의 평균고객 도착 속도(5분)를 셀프 주유소에서의 평균고객 도착 속도로 변환 ◦ 지수 분포를 따르는 셀프 주유소에서의 고객 도착간 시간값 생성
초기 서비스 수행시간	확률변수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 5분에서 8분 사이의 균등 분포를 따른다고 가정
가격 탄력성	파라미터	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 선행 연구[1]를 참고하여 휘발유 수요의 평균 장기 가격 탄력성(0.8) 사용
학습률	파라미터	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Rodney Stewart가 제시한 가이드 라인을 참조 ◦ 5가지 학습률(0.75, 0.8, 0.85, 0.9, 0.95)을 고려
셀프서비스 조정변수	파라미터	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 0.5, 1.0, 1.5 3가지 수준을 고려
가격 차이	결정변수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 20원~300원 사이 15단계의 리터당 가격 차이 부여
보조점원 운영시간	결정변수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 0초, 20초, 40초, 1분, 1분 20초, 1분 40초의 6가지 수준 보조점원 운영시간

3.2 고객 이탈 현상

실제 서비스 시스템에서 고객 이탈 현상은 빈번하게 발생한다. 본 연구에서는 다양한 고객 이탈 현상 중 시스템에 최초에 합류되는 시점에서 대기열 인원수를 보고 고객들이 대기열에 합류하지 않는 보크 현상만이 발생한다고 가정하고, Ancker and Gafarian[12]의 연구 모델을 수정 및 반영하였다.

본 연구에서는 고객이탈 현상을 반영하기 위해 시뮬레이션 모델에서 무작위로 생성된 고객간 도착 시간에 베르누이 분포를 따르는 확률 변수 X (1일 경우 시스템 합류, 0일 경우 시스템 이탈)를 곱하였다. 이 때, X 의 확률 분포 함수는 $f_X(X) = p^x(1-p)^{1-x}$ 이며, 개개인 고객들이 시스템에 합류하는 확률 P 는 $1-n/N$ (N : 시스템에서 대기가 가능한 최대 고객 수, n : 현재 시스템에 대기 중인 고객 수)로 표현될 수 있다고 가정하였다. 본 연구에서 사용한 주유소 모델의 경우, 하나의 주유기에 대해 1대의 차량만이 대기 가능하다고 가정하고, N 을 $5 \times 2 = 10$ 이라 가정하였다.

본 연구에서 고려한 보크 현상 외에도 다양한 고객 이탈 현상이 존재한다. 일단 대기열에 합류하지만 대기열 감소 속도가 너무 느리다고 생각하여 이탈하는 고객들도 존재할 것이고(Renege), 서비스 제공을 기다리는 도중에 다른 대기열로 자리를 옮기는 고객들도 존재할 것이다(Jockey). 하지만 본 연구에서 고려한 주유소의 경우, 차량 부피로 인해 대기 공간을 크게 구성할 수 없기 때문에 기타 고객 이탈 현상의 발생은 불가능하다고 가정하였다.

3.3 결과 유의성 검정

본 연구에서는 도출된 결과변수들의 평균값 비교를 통하여 시사점을 도출하였다. 또한, 이렇게 도출된 시사점들의 유의성을 검정하기 위하여 결과변수들의 신뢰구간을 비교하였다. 세 개의 확률변수 조합을 통해 얻어진 결과변수(시스템 활용도, 평균처리고객수, 평균고객대기시간)가 정규분포로 근사한다고 가정하고, 95% 수준의 신뢰구간을 식 (8)과

같이 계산하였다. 식 (8)에서 n 은 시뮬레이션 반복 수행의 횟수(100회), S_x 는 100회 결과값들의 표준편차, $\bar{X}$ 는 100회 결과값들의 평균을 의미한다.

$$P\left(\bar{X} - 1.96 \frac{S_x}{\sqrt{n}} \leq \mu_x \leq \bar{X} + 1.96 \frac{S_x}{\sqrt{n}}\right) = 0.95 \quad (8)$$

만약 식 (8)의 신뢰구간이 중첩된다면 평균 값이 크다 하더라도 주어진 파라미터에서 더 큰 결과변수가 도출된다고 주장할 수 없다. 본 연구에서는 신뢰구간이 중첩되는지를 확인함으로써, 학습률, 셀프서비스 조정변수, 가격차이, 보조점원 운영시간 등 다양한 변화를 부여하였을 때, 결과변수에 일어나는 평균값 변화가 유의미한가를 검증하였다. 학습률에 따른 유의성 검정 결과는 제 4장에 제시하였다.

4. 결과 분석

지금까지 고객별로 상이한 셀프서비스 경험을 반영한 시뮬레이션 모형을 구축하였다. 이제, 이 모델에서 사용한 두 가지 결정변수(가격 차이, 보조점원 운영시간) 및 두 가지 파라미터(학습률 및 조정변수)의 변화에 따른 시스템 성과를 살펴보고, 가격할인전략 및 보조점원 운영전략 중 어떠한 전략이 셀프서비스 시스템 성과 향상에 효율적인지를 살펴볼 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 모든 시나리오에 대하여 평균 처리고객 수(단위 시간당 시스템이 처리하는 평균고객수), 평균고객대기시간(고객이 도착하여 서비스 수행을 받기 전까지 평균적으로 시스템에 대기하는 시간), 시스템 활용도(처리가능 최대고객수 대비 실제처리고객 비율)의 3가지 결과변수를 측정하였다.

학습률이 0.75인 경우, 가격 및 보조점원 운영시간 변화에 따른 결과 변수값은 [그림 3] 및 <표 3>에 제시되었다. 대체적으로 기존 점원서비스 주유소와의 가격 차이가 커짐(20원 → 300원)에 따라 처리고객수 및 평균고객대기시간, 시스템 활용도는 증가하며, 보조점원 운영시간을 증가시킴에 따라 평

평균고객대기시간 및 시스템 활용도는 감소하고 처리 고객수는 증가하는 것을 확인할 수 있다. 특히, 이러한 현상은 ε 이 증가하여 고객유입속도가 증가함에 따라 더욱 뚜렷해진다. 하지만, [그림 3]을 살펴보면 이러한 전반적인 결과에 상충되는 구간이 일부 존재하는 것을 관찰할 수 있다. 때로는 보조점원 운영시간이 증가함에 따라 고객 대기시간이 증가하였고, 때로는 가격 차이를 증가시켜도 고객수가 감소하였다. 이러한 현상은 본 연구에서 고객 이탈 현상이 확률 분포에 의존한다고 가정하였기 때문이며, 시뮬레이션 반복 횟수가 증가함에 따라 이러한 이상 현상의 발생은 자연스럽게 감소될 것으로 예상된다.

또한, 셀프서비스 수용 조정 변수 ε 가 커짐에 따라 평균처리고객수, 평균고객대기시간 및 시스템 활용도는 크게 증가하였다. 특히, ε 를 0.5에서 1.5로 증가시킬 때의 결과값 변화폭은 300원의 가격 차이나 100초의 보조점원 운영시간 차이에 의해 야기된 결과값 변화폭을 크게 상회하였다. 실제 셀프서비스 주유소에서 리터당 300원 이상의 가격을 할인하거나 평균 셀프서비스 수행시간의 절반 가까이(100초)를 보조점원이 수행하는 것은 거의 불가능하기 때문에, 가격 할인 전략이나 보조점원 운영전략을 통해서 수용 조정 변수 ε 에 의한 결과값 상승만큼의 효과를 거두기란 어렵다. 뿐만 아니라, 가격 및

보조점원 운영시간 변화에 대한 결과변수값 기울기로부터 ε 이 클수록 결정변수 변화가 결과값에 미치는 영향력이 커짐을 관찰할 수 있다. 예를 들어, 학습률이 0.75일 때, ε 이 0.5면 가격 및 보조점원 운영시간 차이에 따른 시스템 활용도는 0.151~0.292이지만, ε 가 1.5이면 시스템 활용도는 0.459~0.777이 된다.

측정된 평균고객대기시간 및 시스템 활용도 결과변수값 비교를 통해 또 다른 사실을 발견할 수 있다. 시뮬레이션 수행 결과, 시스템 활용도가 1에 크게 못 미침에도 불구하고, 지속적으로 고객 대기시간이 발생하고 있다. 이러한 현상은 특히 ε 이 0.5일 경우에 명확하게 관찰되는데, 시스템 활용도는 약 0.1~0.3에 불과하지만 평균적으로 12~17초 정도의 평균고객대기시간이 발생한다. 모순되어 보이는 이러한 결과는 고객간 도착시간 및 고객별 서비스 경험 횟수, 초기 서비스 수행 시간이 확률 분포를 가진다는 가정에 기인한다. 시스템 활용도가 낮다는 것은 고객들이 시스템에 도착하였을 때, 대부분의 경우에 대기시간 없이 곧바로 서비스 수행이 가능하다는 것을 의미한다. 하지만 확률 분포의 특성상 여러 명의 고객이 유사 시간대에 도착하는 것이 가능하고, 고객들이 도착하였을 순간, 모든 서버가 서비스 수행 시간이 가장 긴 고객들, 즉 서비스 수행 경험이 전무한 고객들에 의해 사용되고 있을 가능성이 존재한다.

(x축 : 가격차이(원), y축 : 보조점원 운영시간(초), z축 : 결과변수 측정단위(명, 초, .))

[그림 3] 학습률이 0.75인 경우 결과변수 변화

〈표 3〉 유의성 검증 결과(학습률 : 0.75)

학습률	ε	가격차이			20원			100원			200원			300원		
		보조점원 운영시간			0초	1분	1분 40초	0초	1분	1분 40초	0초	1분	1분 40초	0초	1분	1분 40초
시스템 활용도																
0.75	0.5	신뢰구간 최소	0.240	0.190	0.151	0.268	0.208	0.160	0.254	0.202	0.170	0.292	0.219	0.181		
			0.242	0.191	0.152	0.270	0.209	0.161	0.255	0.203	0.171	0.293	0.220	0.182		
	1	신뢰구간 최소	0.500	0.366	0.313	0.523	0.392	0.336	0.542	0.408	0.348	0.578	0.442	0.376		
			0.502	0.367	0.314	0.525	0.393	0.337	0.544	0.409	0.350	0.580	0.444	0.377		
	1.5	신뢰구간 최소	0.723	0.564	0.458	0.739	0.567	0.483	0.768	0.584	0.501	0.777	0.586	0.504		
			0.725	0.565	0.459	0.741	0.568	0.484	0.770	0.585	0.502	0.778	0.588	0.505		
고객수																
0.75	0.5	신뢰구간 최소	13.259	13.368	13.376	13.288	13.862	14.428	14.526	14.706	14.131	14.861	15.396	15.132		
			13.321	13.432	13.444	13.352	13.938	14.492	14.595	14.774	14.209	14.919	15.464	15.208		
	1	신뢰구간 최소	22.827	24.470	24.583	24.324	24.987	25.684	25.792	26.300	27.619	26.449	27.189	28.742		
			22.893	24.550	24.677	24.396	25.073	25.776	25.868	26.380	27.701	26.531	27.271	28.818		
	1.5	신뢰구간 최소	30.499	32.241	33.708	31.248	33.860	35.030	32.341	33.901	35.856	33.878	35.892	37.501		
			30.561	32.319	33.772	31.312	33.940	35.110	42.419	33.979	35.944	33.982	35.988	37.599		
고객대기시간																
0.75	0.5	신뢰구간 최소	14.045	12.532	14.514	15.690	13.941	10.470	14.056	11.494	14.062	17.014	15.525	14.251		
			14.305	12.782	14.762	15.963	14.176	10.671	14.331	11.747	14.307	17.310	15.783	14.486		
	1	신뢰구간 최소	27.380	22.869	23.830	24.974	25.532	22.517	29.945	24.135	23.537	29.493	26.239	23.767		
			27.608	23.100	24.071	25.246	25.770	22.709	30.213	24.359	23.775	29.747	26.477	23.977		
	1.5	신뢰구간 최소	39.545	31.556	28.759	41.448	33.997	28.474	45.482	33.261	30.904	42.307	33.729	29.142		
			39.801	31.783	28.957	41.759	34.219	28.664	45.812	33.477	31.102	42.577	33.960	29.344		

이러한 경우에는 시스템 평균 활용도에 상관없이 일정량의 평균고객대기시간이 발생하게 된다. 실제로 개별 시나리오에 대한 100번의 시뮬레이션 실행 결과를 살펴보면 0초의 평균고객대기시간이 도출된 경우가 대부분이지만, 긴 고객대기시간이 발생한 경우도 일부 존재한다.

학습률이 0.8인 경우에 대한 결과는 [그림 4] 및 <표 4>에 제시하였다. 학습률이 0.8인 경우에도 전반적인 결과는 학습률이 0.75일 때와 유사하다. 몇몇 오차 구간은 존재하지만, 전반적으로 가격 차이가 커짐에 따라 평균처리고객수 및 평균고객대기시간, 시스템 활용도는 증가하고, 보조점원 운영시간을 증가시킴에 따라 고객대기시간 및 시스템 활용도는 감소하고 처리고객수는 증가하였다. 또한, 이전과 마찬가지로 셀프서비스 조정 변수 ε 이 증가함에 따라 결정변수 변화가 결과에 미치는 영향이 증가하며, ε 의 변화에 따른 결과값 변동은 결정변수 변화에 따른 결과값 변동 정도를 크게 상회한다.

하지만 학습률이 0.75일 때와 비교해 보면, 시스템 활용도 및 평균고객대기시간이 전반적으로 증가하였다. 예를 들어, 0.75일 때 시스템 활용도의 분포는 0.151~0.777이고, 0.8일 때는 0.158~0.804이다. 또한, 0.75일 때, 평균고객대기시간의 분포는 10.57초~45.65초이며, 0.8일 때는 10.98초~46.77초이다. 이

러한 현상은 학습률이 커짐에 따라 경험에 따른 서비스 수행속도 증가폭이 감소하기 때문이다. 즉, 학습률이 0.8일 때 고객이 1회 서비스를 경험한 이후 2회 서비스 수행에서 나타내는 서비스 수행속도는, 학습률이 0.75일 때 2회 서비스 수행에서 나타내는 서비스 수행속도보다 작다. 한편, 평균고객대기시간이 증가하였음에도 불구하고, 평균처리고객수는 별다른 차이를 보이지 않는다. 이는 시스템 활용도가 1에 크게 미달하여 도착하는 고객 대부분이 처리되는 모형이 사용되기 때문이다. 만약 시스템 활용도가 1에 근접한 모형이라면 평균고객대기시간의 증가는 평균처리고객수의 감소를 야기할 것이다.

학습률이 0.85, 0.9, 0.95인 경우, 가격차이 및 보조점원 운영시간 변화에 따른 결과변수는 [그림 5]~[그림 7] 및 <표 5>~<표 7>에 제시되었다. 전체적인 그래프 모양이 이전 경우와 유사하기 때문에 전반적인 결과값 변화 추이는 동일함을 알 수 있다. 학습률이 0.85, 0.9, 0.95일 때에도 몇몇 오차는 발생하였지만 가격 차이가 커짐에 따라 평균처리고객수 및 평균고객대기시간, 시스템 활용도는 증가하고, 보조점원 운영시간이 증가함에 따라 고객대기시간 및 시스템 활용도는 감소, 평균처리고객수는 증가하였다. 또한, 조정변수 ε 의 변화에 따른 결과값 변화폭은 가격 차이나 보조점원 운영시간 변화에 기인한 결과

(x축 : 가격차이(원), y축 : 보조점원 운영시간(초), z축 : 결과변수 측정단위(명, 초, .))

[그림 4] 학습률이 0.8인 경우 결과 변수 변화 추이

[그림 5] 학습률이 0.85인 경우 결과 변수 변화 추이

[그림 6] 학습률이 0.9인 경우 결과 변수 변화 추이

[그림 7] 학습률이 0.95인 경우 결과 변수 변화 추이

〈표 5〉 유의성 검정 결과(학습률 : 0.85)

	가격차이	20원			100원			200원			300원			
학습률	ε	보조점원 운영시간	0초	1분	1분 40초	0초	1분	1분 40초	0초	1분	1분 40초	0초	1분	1분 40초
시스템 활용도														
0.85	0.5	신뢰구간 최소	0.266	0.204	0.158	0.277	0.211	0.170	0.296	0.220	0.170	0.316	0.233	0.180
		신뢰구간 최대	0.267	0.205	0.159	0.279	0.212	0.171	0.298	0.221	0.171	0.317	0.234	0.181
	1	신뢰구간 최소	0.547	0.392	0.315	0.550	0.419	0.337	0.615	0.443	0.352	0.629	0.471	0.366
		신뢰구간 최대	0.549	0.393	0.316	0.552	0.420	0.338	0.617	0.444	0.354	0.631	0.473	0.367
	1.5	신뢰구간 최소	0.760	0.569	0.470	0.783	0.585	0.487	0.792	0.601	0.498	0.803	0.610	0.485
		신뢰구간 최대	0.762	0.571	0.471	0.785	0.586	0.488	0.793	0.602	0.499	0.805	0.611	0.496
고객수														
0.85	0.5	신뢰구간 최소	13.118	13.476	13.248	13.108	13.576	14.265	13.890	14.996	15.245	14.476	14.791	14.814
		신뢰구간 최대	13.182	13.544	13.312	13.172	13.644	14.335	13.950	15.064	15.315	14.544	14.849	14.886
	1	신뢰구간 최소	22.799	23.527	25.652	23.966	24.433	25.638	24.544	25.920	27.461	25.784	27.005	27.925
		신뢰구간 최대	22.861	23.613	25.728	24.034	24.527	25.722	24.616	26.000	27.559	25.856	27.095	28.015
	1.5	신뢰구간 최소	29.383	32.436	33.891	30.576	33.290	34.993	31.362	33.919	35.794	33.455	36.091	37.311
		신뢰구간 최대	29.457	32.504	33.969	30.644	33.370	35.087	31.438	34.001	35.866	33.545	36.189	37.409
고객대기시간														
0.85	0.5	신뢰구간 최소	15.570	14.806	13.259	14.037	14.947	15.034	15.984	14.461	13.325	17.768	15.721	13.855
		신뢰구간 최대	15.858	15.076	13.496	14.351	15.189	15.271	16.249	14.701	13.536	18.044	15.969	14.081
	1	신뢰구간 최소	25.806	24.471	21.307	27.666	25.804	25.283	31.545	25.846	22.968	31.520	28.226	25.375
		신뢰구간 최대	26.117	24.717	21.530	27.961	26.045	25.495	31.865	26.075	23.203	31.805	28.464	25.602
	1.5	신뢰구간 최소	41.843	33.023	29.255	45.182	33.355	31.491	47.425	36.256	29.688	47.663	33.458	28.107
		신뢰구간 최대	42.184	33.258	29.453	45.467	33.602	31.710	47.770	36.482	29.888	47.989	33.674	28.331

〈표 6〉 유의성 검증 결과(학습률 : 0.9)

		가격차이			20원			100원			200원			300원			
학습률	ε	보조점원 운영시간			0초	1분	1분 40초	0초	1분	1분 40초	0초	1분	1분 40초	0초	1분	1분 40초	
시스템 활용도																	
0.9	0.5	신뢰구간 최소			0.296	0.202	0.162	0.291	0.225	0.165	0.312	0.230	0.173	0.330	0.240	0.181	
		신뢰구간 최대			0.297	0.203	0.163	0.292	0.226	0.166	0.314	0.231	0.174	0.331	0.242	0.182	
		신뢰구간 최소			0.574	0.422	0.311	0.596	0.424	0.332	0.645	0.442	0.349	0.660	0.495	0.363	
	1	신뢰구간 최대			0.576	0.424	0.313	0.598	0.426	0.333	0.647	0.443	0.350	0.662	0.497	0.364	
		신뢰구간 최소			0.843	0.598	0.469	0.873	0.624	0.478	0.882	0.637	0.500	0.895	0.666	0.504	
		신뢰구간 최대			0.845	0.600	0.470	0.875	0.626	0.479	0.884	0.638	0.501	0.896	0.667	0.505	
	고객수																
	0.9	0.5	신뢰구간 최소			13.064	13.507	13.628	13.638	14.176	14.675	14.087	14.434	14.895	14.346	14.983	15.846
			신뢰구간 최대			13.136	13.573	13.692	13.702	14.244	14.745	14.153	14.506	14.965	14.414	15.057	15.914
신뢰구간 최소			22.483	24.035	25.287	23.437	25.119	26.042	24.195	26.992	27.440	26.050	27.438	28.714			
1		신뢰구간 최대			22.557	24.125	25.373	23.503	25.201	26.118	24.260	27.068	27.520	26.130	27.522	28.806	
		신뢰구간 최소			29.521	32.489	34.214	30.621	33.250	34.500	31.241	34.373	35.850	32.295	35.050	37.325	
		신뢰구간 최대			29.579	32.551	34.286	30.679	33.330	34.580	31.319	34.467	35.930	32.385	35.150	37.415	
고객대기시간																	
0.9		0.5	신뢰구간 최소			16.905	15.905	13.664	15.098	13.737	15.788	16.910	15.327	14.074	16.797	15.293	13.476
			신뢰구간 최대			17.207	16.174	13.924	15.412	13.979	16.063	17.210	15.604	14.323	17.088	15.530	13.721
	신뢰구간 최소			26.082	23.760	24.750	28.392	26.882	22.773	28.927	25.771	23.500	36.168	29.759	26.719		
	1	신뢰구간 최대			26.379	24.006	24.952	28.717	27.092	23.001	29.247	25.996	23.709	36.505	29.993	26.962	
		신뢰구간 최소			45.272	33.015	29.503	48.227	34.903	29.085	46.439	34.106	29.039	47.742	36.439	29.267	
		신뢰구간 최대			45.660	33.235	29.681	48.581	35.141	29.315	46.801	34.335	29.239	48.133	36.696	29.462	
	1.5	신뢰구간 최소			45.660	33.235	29.681	48.581	35.141	29.315	46.801	34.335	29.239	48.133	36.696	29.462	
		신뢰구간 최대			45.660	33.235	29.681	48.581	35.141	29.315	46.801	34.335	29.239	48.133	36.696	29.462	
		신뢰구간 최소			45.660	33.235	29.681	48.581	35.141	29.315	46.801	34.335	29.239	48.133	36.696	29.462	

〈표 7〉 유의성 검증 결과(학습률 : 0.95)

학습률	ε	가격차이		20원		100원		200원		300원					
		보조점원 운영시간	0초	1분	1분 40초	0초	1분	1분 40초	0초	1분	1분 40초	0초	1분	1분 40초	
시스템 활용도															
0.95	0.5	신뢰구간 최소		0.309	0.210	0.162	0.324	0.226	0.164	0.311	0.236	0.180	0.347	0.248	0.182
		신뢰구간 최대		0.311	0.211	0.163	0.325	0.228	0.165	0.312	0.238	0.181	0.349	0.249	0.183
	1	신뢰구간 최소		0.599	0.423	0.328	0.630	0.455	0.344	0.648	0.478	0.363	0.701	0.503	0.372
		신뢰구간 최대		0.601	0.425	0.330	0.632	0.456	0.345	0.651	0.480	0.364	0.703	0.504	0.373
	1.5	신뢰구간 최소		0.877	0.619	0.460	0.892	0.659	0.479	0.934	0.667	0.490	0.941	0.666	0.508
		신뢰구간 최대		0.879	0.621	0.462	0.894	0.660	0.480	0.936	0.669	0.492	0.943	0.668	0.509
고객수															
0.95	0.5	신뢰구간 최소		12.951	13.397	13.520	13.670	13.756	14.755	13.688	13.636	15.096	14.286	15.153	14.930
		신뢰구간 최대		13.009	13.463	13.580	13.730	13.824	14.825	13.752	13.704	15.164	14.354	15.227	15.010
	1	신뢰구간 최소		22.308	23.916	24.621	23.468	24.141	26.082	23.465	25.575	27.278	25.017	27.202	28.223
		신뢰구간 최대		22.372	23.984	24.699	23.532	24.219	26.158	23.535	25.665	27.362	25.083	27.278	28.317
	1.5	신뢰구간 최소		29.147	32.112	34.189	29.546	32.065	34.223	31.066	34.257	35.201	32.087	34.321	37.737
		신뢰구간 최대		29.213	32.188	34.271	29.614	32.135	34.297	31.154	34.343	35.279	32.173	34.399	37.843
고객대기시간															
0.95	0.5	신뢰구간 최소		17.688	15.251	13.534	15.145	15.851	12.284	12.355	14.138	13.514	14.034	19.019	15.651
		신뢰구간 최대		18.015	15.517	13.760	15.473	16.137	12.493	12.621	14.373	13.745	14.285	19.312	15.887
	1	신뢰구간 최소		28.660	24.373	21.875	29.311	26.528	23.375	28.797	25.613	25.475	34.631	26.153	22.148
		신뢰구간 최대		28.986	24.601	22.076	29.638	26.791	23.602	29.312	25.821	25.705	34.950	26.374	22.355
	1.5	신뢰구간 최소		47.382	33.923	31.190	51.477	34.322	30.100	48.384	35.823	29.158	51.847	35.305	29.092
		신뢰구간 최대		47.759	34.164	31.372	51.853	34.577	30.308	48.755	36.059	29.353	52.189	35.536	29.286

변수 변화값을 크게 상회함을 확인할 수 있다.

본 연구에서는 하나의 학습률과 조정변수에 대한 가격 15수준 및 보조점원 운영시간 6수준에 대한 결과 변수의 분포 범위(최대값-최소값)를 측정하여 그래프로 표현해 주었다. [그림 8] 먼저 보조점원 운영시간별로 가격 차이 15수준에 대한(최대값-최소값)을 측정하고, 이를 모든 보조점원 운영수준에 대해서 평균함으로써 가격차이 효과를 표현해 주었다. 마찬가지로 가격 차이 수준별로 보조점원 운영시간 6수준에 대한(최대값-최소값)을 측정하고, 이를 모든 가격 차이 수준에 대해서 평균함으로써 보조점원 운영효과를 나타내 주었다. [그림 8]에서 확인할 수 있듯이, 보조점원 운영에 따른 평균처리고객수, 평균고객대기시간 및 시스템 활용도의 분포 범위(최대값-최소값)는 학습률이 증가함에 따라 대략적으로 증가하며, 가격차이에 따른 평균처리고객수, 평균고객대기시간 및 시스템 활용도의 분포 범위(최대값-최소값)는 학습률이 증가함에 따라 일관된 변화 방향을 보이지 않는다. 즉, 고객들의 학습능력에 감소함에 따라(즉, R이 증가함에 따라) 보조점원 운영 전략이 시스템 성과에 미치는 효과가 증가하며, 학습률에 상관없이 가격차이부여 전략이 성과에 미치는 영향력은 동일하다. 만약 셀프 주유소를 설치하는 지역의 학습 수준이 낮은 경우에는 짧게나마 보조점원을 운영하더라도 큰 성과 향상을 기대할 수

있지만, 가격차이부여 전략을 사용한다면 학습수준에 상관없이 동일한 성과 향상이 기대될 것이다.

가격 및 보조점원 운영시간 변화에 따른 결과변수 분포범위 비교를 통해 또다른 사실을 발견할 수 있다. [그림 8]에서 평균처리고객수 및 평균고객대기시간의 경우, 학습률이 작을수록 가격 차이에 따른 결과값 분포 범위 막대가 상대적으로 큰 반면, 학습률이 큰 경우에는 보조점원 운영에 따른 결과값 분포 범위 막대가 상대적으로 큼을 알 수 있다. 이 두 가지 결정변수에 대해서 서로 다른 측정 단위(원/초)가 사용되었기 때문에 그래프 크기의 절대적인 비교는 무의미하다. 하지만 이 같은 상대적인 그래프 크기의 비교를 통해 고객의 학습 속도가 빠른 경우, 가격차이 부여 전략의 효과가 보조점원 운영 전략의 효과를 상회하고, 고객의 학습 속도가 느린 경우, 보조점원 운영 전략의 효과가 가격차이 부여 전략의 효과를 상회함을 알 수 있다. 이 같은 현상은 고객의 학습속도가 빠른 경우, 평균 서비스 수행시간이 작기 때문에 가격 할인에 의해 유인된 고객들의 대부분이 수용되지만, 반대로 학습속도가 느린 경우, 평균 서비스 수행 시간이 길어져 유인된 고객들의 이탈이 증가하기 때문이다. 따라서, 학습속도가 빠른 경우에는 보조점원 운영보다는 가격 할인에 의해 더 많은 고객을 유치하는 것이 시스템을 향상시킬 것이며, 학습속도가 느린 경우에는 보

[그림 8] 학습률에 따른 결과변수 분포범위(최대값-최소값) 비교

조점원을 운영하여 평균 서비스 수행 시간을 감소시키는 것이 더 효과적일 것이다.

5. 결론 및 논의

5.1 결론 및 시사점

본 연구에서는 학습효과 이론과 기존의 대기행렬 이론을 고려하여 셀프서비스 시스템의 성과를 예측하는 시뮬레이션 모형을 설계하였다. 또한, 컴퓨터 소프트웨어를 활용하여 셀프서비스 시스템의 다양한 결과변수 값들이 두 가지 결정변수(점원서비스 시스템과의 가격 차이 및 보조점원 운영시간)와 두 가지 파라미터(셀프서비스 조정변수 및 학습률)의 변화에 따라 어떻게 변화하는지를 살펴보았다. 본 연구 결과에 기반하여 셀프서비스 시스템 운영자는 시스템 효율성 및 평균고객수를 최대화하고, 평균 고객대기시간을 감소시킬 수 있는 최적의 셀프서비스 시스템 운영 전략을 추론해 볼 수 있다.

먼저, 본 연구에서는 기존 점원제공 서비스 시스템과의 가격 차이가 커짐에 따라 평균처리고객수 및 평균고객대기시간, 시스템 활용도는 증가하고, 보조점원 운영시간을 늘림에 따라 평균고객대기시간 및 시스템 활용도는 감소하고 평균처리고객수는 증가한 것을 관찰하였다. 물론 일부 변수에 대한 확률 분포를 가정하였기 때문에 증가 혹은 감소 추세의 부분적인 이탈은 존재하였지만, 대체적으로 시스템 매니저는 가격 할인 및 보조점원 운영시간을 증가시킴에 따라 처리 고객수를 증가시킬 수 있고, 이에 따른 수익성 향상을 도모할 수 있을 것으로 예상된다.

하지만 지나치게 큰 폭의 가격할인이나 보조점원 운영시간을 제공하면 평균고객대기시간 또한 크게 증가하는 것을 관찰하였다. 이에 따라, 무조건적인 가격 할인이나 보조점원 운영시간의 증가 전략은 오히려 시스템 효율성을 해칠 수 있다는 것을 명심해야 한다. 영국 유통업체 관련 전문 분석 기관인 'The Grocer'의 설문조사 결과, 셀프카운터 이용에

대한 가장 큰 고객 불만은 '대기시간의 증가'였음을 상기할 필요가 있다. 특히, 본 연구에서는 다양한 고객이탈 현상 중 보크 현상만을 고려하였지만, 기타Renegé 혹은 Jockey 등이 빈번하게 발생하는 시스템의 경우, 평균고객대기시간 증가에 따른 고객 이탈 현상이 더욱 빠르게 일어날 것이고, 시스템 효율성은 더욱 가파르게 감소될 것이다.

또한, 고객의 셀프서비스 수용 정도를 표현하는 ε 이 증가함에 따라 모든 결과 변수가 크게 증가한 것을 관찰할 수 있다. 특히, ε 의 증가(0.5 $\rightarrow$ 1.5)에 따른 결과변수 증가 정도는 본 연구에서 설정한 최대 가격차이(300원)나 최대 보조점원 운영시간(100초)에 따른 결과변수 증가 정도를 크게 상회하였다. 실질적으로 셀프시스템 주유소에서 리터당 300원 이상의 가격 할인 혹은 전체 셀프서비스 수행 시간의 1/2 이상에 해당되는 보조점원 운영시간을 제공하기 어렵다는 점을 고려할 때, 고객의 셀프서비스 수용 정도 증가를 통한 시스템 성과 향상 효과는 가격 할인 및 보조점원 운영을 통한 시스템 향상 효과를 크게 상회한다고 할 수 있다.

식 (7)에서 볼 수 있듯이 ε 은 고객들의 셀프서비스 수용 정도를 조정하기 위해 도입된 변수이다. 따라서, 셀프서비스가 제공하는 심리적 효용이 증가하고 고객들이 새로운 시스템에 쉽게 적응할 수 있는 환경이 조성될수록 ε 은 증가할 것으로 예상된다. 이처럼 셀프서비스 시스템에서는 ε 증가에 따른 성과 향상이 가격 할인이나 보조점원 운영에 의한 성과 향상을 크게 상회하기 때문에, 시스템 매니저는 최우선적으로 고객의 셀프서비스 수용 정도를 증가시키기 위한 다양한 방법들을 고민해봐야 할 것이다. 하지만 이전 경우와 마찬가지로 지나친 셀프서비스 수용 정도의 증가는 오히려 평균고객대기시간의 급격한 증가를 야기한다. 특히, 고객의 셀프서비스 수용 정도를 전반적으로 증가시키기 위해서는 장기간에 걸친 큰 폭의 투자가 필요하다. 따라서 시스템 매니저는 고객의 셀프서비스 수용 정도의 증가를 위해 필요한 비용과 고객수 증가에 따른 수익 향상을 신중하게 비교해 보고, 투자 전략을 결정해

야 할 것이다.

본 연구에서 5가지 학습률에 대한 시뮬레이션 결과를 검토한 결과, 학습효과에 의한 고객 습득 속도가 느릴수록 평균고객대기시간 및 시스템 활용도가 전반적으로 증가하는 것을 관찰하였다. 뿐만 아니라 고객들의 학습률 수준에 따라 가격 할인 및 보조점원 운영 전략이 시스템 성과에 미치는 영향이 상이한 것을 관찰하였다. 고객들의 학습 속도가 느려질수록 보조점원 운영전략의 효과가 증가하였으며, 고객들의 학습 속도가 느린 경우, 보조점원 운영전략이 가격 할인 전략보다 효율적이었다. 반면에 고객들의 학습 속도가 빠른 경우, 가격 할인 전략이 보조점원 운영전략에 비해 효율적이었다. 따라서, 셀프서비스 시스템 설치 시에는 고객들의 정확한 학습률 수준을 측정하여 적합한 운영 전략을 수립하는 것이 매우 중요하다고 판단된다. 특히, 고객 집단에 따라(예를 들어, 남자와 여자) 학습률 수준이 상이한 경우, 집단별로 적합한 운영전략을 활용하는 것이 보다 효과적일 것이다.

5.2 한계점 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 실제 측정을 통하여 확률분포 가정에 필요한 파라미터를 얻을 수 있었다. 하지만 이러한 파라미터 값들은 지역 및 대상고객 집단에 따라 상이하기 때문에 만약 본 연구결과를 셀프시스템으로의 전환에 따른 성과예측에 활용하려면, 시스템이 구축될 지역의 평균 셀프서비스 사용경험 및 평균고객도착속도에 대한 실질적인 측정이 필요할 것이다. 특히, 과거 셀프서비스 사용 경험 횟수의 경우, 기존에 동일한 셀프서비스 시스템이 존재하였는가 여부에 따라 큰 차이를 보이기 때문에 실질적으로 셀프서비스 시스템을 이용하게 될 고객 집단에 대한 파라미터 측정이 요구된다.

또한, 셀프서비스 시스템이 구축되는 지역에 따라 본 연구와는 상이한 가격 탄력성이 사용되어야 한다. 실제로 가격 탄력성은 경제 수준, 가계 소득 수준 등 다양한 요소에 따라 달라진다. 뿐만 아니

라, 장·단기 가격 탄력성은 상이하기 때문에 가격 변화가 셀프시스템 성과에 미치는 영향을 측정할 때에도 장·단기 탄력성을 별도로 적용하는 편이 더욱 효과적일 것이다.

마지막으로 본 연구에서는 가격 할인 및 보조점원 운영에 따른 시스템 성과 변화를 세 가지 결과변수를 통해 살펴보았다. 하지만 본 연구 결과만을 가지고는 실질적으로 셀프서비스 시스템으로의 전환을 준비하는 의사 결정자에게 구체적인 해법을 제시해줄 수 없다. 향후에는 보조점원의 시간당 운영비용을 고려함으로써 보조점원 운영에 따른 수익변동을 가격 할인에 의한 수익변동과 비교하고, 최적의 가격 할인을 및 보조점원 운영 시간을 도출할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 강만옥, “최근 수송부문 에너지세제 개편의 성과 평가”, 2007년 세제 정책 세미나 자료, 2007.
- [2] 경향 뉴스, “식사·쇼핑까지 즐기는 복합주유소는다”, news.khan.co.kr, 2010.
- [3] 김도환, “지식의 학습효과와 과급효과에 따른 선·후발 기업의 생산전략분석”, 『한국경영과학회지』, 제26권, 제1호(2001), pp.61-69.
- [4] 김지대, 이성석, “신제품개발 관점에서 전략적 학습의 역할”, 『경영과학』, 제25권, 제1호(2008), pp.149-167.
- [5] 남기찬, 임효창, 황국재, “온라인(On-line) 교육훈련의 효과성에 관한 연구”, 『한국경영과학회지』, 제27권, 제1호(2001), pp.75-94.
- [6] 서울경제, “[해외창업 트렌드] 고객 스스로 체험하는 ‘셀프’방식 유행”, economy.hankooki.com, 2010.
- [7] 월간 주유소, “특별기획 | 셀프 주유소 300개 시대 열렸다”, 2010.
- [8] 월간 주유소, “특별기획 | 일본 셀프 주유소 Full story”, 2010.
- [9] 정광태, 홍자인, “제품의 학습성을 평가하기 위

- 한 학습곡선 모델의 적용”, 『Journal of the Ergonomics society of Korea』, 제27권, 제2호(2008), pp.59-65.
- [10] 조성빈, “부분적으로 반복되는 프로젝트를 위한 프로젝트 내·외 학습을 이용한 프로젝트기간 예측과 위험분석”, 『한국경영과학회지』, 제30권, 제3호(2005), pp.137-149.
- [11] 코리안위클리, ‘슈퍼마켓 무인계산대 줄서기 과연 빠를까?’, koweekly.co.uk, 2010.
- [12] Ancker, C.J. and A. Gafarian, “Queueing with Impatient Customers Who Leave at Random,” *Journal of Industrial Engineering*, Vol.13(1962), pp.84-90.
- [13] Banks, J., J.S. Carson, B.L. Nelson, and D.M. Nicol, *Discrete-event system simulation*, Pearson, New Jersey, 2005.
- [14] Dabholkar, P.A., “Consumer evaluations of new technology-based self service options,” *An Investigation of alternative models of service quality International Journal of Research in Marketing*, Vol.13, No.1(1996), pp. 29-51.
- [15] Dabholkar, P.A. and R.P. Bagozzi, “Journal of the Academy of Marketing Science,” Vol.30, No.3(2002), pp.184-201.
- [16] Dahl, C. and T. Sterner, “Analyzing gasoline demand elasticities : a survey,” *Energy Economics*, Vol.13, No.3(1991), pp.203-210.
- [17] Davis, F.D., “Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use and User Acceptance of information Technology,” *MIS Quarterly*, Vol.13, No.3(1989), pp.319-340.
- [18] Davis, F.D., R.P. Bagozzi, and P.R. Warshaw, “User acceptance of computer technology : A comparison of two theoretical models, Management Science,” Vol.35, No.8(1989), pp.982-1003.
- [19] Ding, X., R. Verma, and Z. Lqbal, “Self-service technology and online financial service choice,” *International journal of service industry management*, Vol.18, No.3(2007), pp. 246-26.
- [20] Gross, D. and C.M. Harris, *Fundamentals of Queueing Theory(2th)*, John Wiley and Son, Inc., 1985.
- [21] Harrell, C., B.K. Ghosh, and R.O. Bowden Jr., *Simulation using promodel*, McGraw Hill, New York, 2004.
- [22] Hendrickson, A.R. and M.R. Collins, “An Assessment of Structure and Causation of Is Usage,” *The database for Advances in information Systems*, Vol.27, No.2(1996), pp.61-67.
- [23] Lawrence, P. and J. Karr, “Technology Spending and Alliances : New Highs in Financial Services Firms,” *Journal of Retail Banking Services*, Vol.17, No.3(1996), pp.45-52.
- [24] Meuter, M.L., A.L. Ostrom, R.I. Roundtree, and M.J. Bitner, “Self-Service Technologies : Understanding Customer Satisfaction with Technology-Based Service Encounters,” *Journal of Marketing*, Vol.64, No.3(2000), pp. 50-64.
- [25] Meuter, M.L., M.J. Bitner, A.L. Ostrom, and S.W. Brown, “Choosing Among Alternative service delivery modes : An investigation of Customer Trial of Self-Service Technologies,” *Journal of Marketing*, Vol.69, No.2(2005), pp.61-83.
- [26] Newell, A. and P.S. Rosenbloom, *Cognitive skills and their acquisition*, Lawrence Erlbaum Associate, New Jersey, 1981.
- [27] Ritter, F.E. and L.J. Schooler, “The learning curve,” *In International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, (2002), pp. 8602-8605.

- [28] Ryan, C., "Northampton Tesco Express with no cashiers is 'the future'," www.thegrocer.co.uk, 2009.
- [29] SBS 뉴스, "[경제안테나] 움직이면 돈 되는 셀프서비스", news.sbs.co.kr, 2009.
- [30] Shepard, A., "Price Discrimination and Retail configuration," *Journal of political economy*, Vol.99, No.1(1991), pp.30-53.
- [31] Skolka, J.V., "The Substitution of Self-Service Activities for Marketed Services," *Review of Income and Wealth*, Vol.22, No.4(1976), pp.297-304.
- [32] Stewart, R., R.M. Wyskida, and J.D. Johannes, *Cost Estimator's Reference Manual*, 2nd Edition, John Wiley and Sons, Inc, U.S.A, 1995.
- [33] Walker, R.H., M. Craig-Lees, R. Hecker, and H. Francis, "Technology-enabled service delivery : An investigation of reasons affecting customer adoption and rejection," *International Journal of Service Industry Management*, Vol.13, No.1(2002), pp.91-106.
- [34] Wright, C., "Shoppers give thumbs-down to self-service tills," www.thegrocer.co.uk, 2010.
- [35] Wright, T.P., "Factors Affecting the Cost of Airplanes," *Journal of Aeronautical Sciences*, Vol.3, No.4(1936), pp.122-128.