

DEA 모형에 의한 서비스 운영의 기술적 효율성 평가: 컨택센터 서비스를 중심으로

조 건* · 이경재** · 소순후***†

* 전남대학교 경영대학 경영학부 / BK21 @Biz 컨버전스 사업단

** 한국전자통신연구원 IT기술전략연구단 모바일서비스전략연구팀

*** 원광대학교 경상대학 경영학부 / 경영경제연구소

Evaluating the Technical Efficiency of Service Operations Using DEA Models: An Application to Contact Center Services

Geon Cho* · Kyoungjae Lee** · SoonHu So***†

* Department of Business Administration, Chonnam National University

** Electronics and Telecommunications Research Institute

*** Division of Business Administration, Wonkwang University

Key Word : Technical Efficiency, Data Envelopment Analysis, Service Operations, Contact Center,
Key Performance Indicators

Abstract

Recently, many companies have been very interested in CRM(Customer Relationship Management). Most companies have been also considering the contact center as a key CRM channel, because it is a contact point between customers and companies. It turns out that the contact center handles over 70% of all customer-company interactions and the success or failure of a company can be determined by the customer satisfaction with contact center experiences. Despite of the strategic importance of the contact center, there has been few empirical study on the efficiency of contact center operations in the literature. One of the main purposes of this study is to evaluate the efficiency of contact centers so as to not only identify the current status of contact center operations, but also suggest ways to improve operational efficiency. For this purpose, we apply a non-parametric efficiency measurement method, DEA (Data Envelopment Analysis), to 57 domestic contact centers in order to compare their relative efficiency. It is expected that the measurement methods suggested in this study can be applied to various issues such as service KS certification, outsourcing service management, and the productivity analysis of service personnel.

1. 서 론

최근 세계적으로 경제의 서비스화가 빠르게 진행되면서, 서비스산업의 경쟁력은 각국의 경제성장과 고용 안정을 결정짓는 중요한 변수로 부각되고 있다. 실제 미국의 경우 지난 2000-2003년 사이 상위 7개 업종이

미국 경제의 생산성 향상에 75%를 기여했는데, 이 중 5개가 도매업, 소매업, 금융업 등 서비스산업이었다 (McKinsey Global Institute, 2005).

한편 우리나라의 경우도 서비스산업의 비중이 지난 1990년에 국내총생산(GDP)의 49.5%, 고용의 46.7%를 차지하였으나 2005년에는 각각 국내총생산의 56.3%, 고용의 65.5%를 차지할 정도로 점차 그 중요성이 높아지고 있다(재정경제부, 2006). 그러나 이러한 경제구조

† 교신저자 soonhu@wonkwang.ac.kr

상의 외형적인 성장에도 불구하고 아직 우리나라 서비스산업의 경쟁력은 OECD 선진국들에 비해 취약한 수준이며, 특히 서비스 생산성 수준에서 보면 한국(100)은 미국(246), 일본(189) 등 선진국의 절반 수준에 불과하다(한국생산성본부, 2006). 이처럼 저조한 서비스 생산성 문제는 서비스산업이 국가경제에서 차지하는 비중이 계속 확대되는 추세를 감안하면 경제 전체의 생산성에 큰 부담이 될 가능성이 있다. 따라서 서비스산업을 국가경제의 성장엔진으로 육성하기 위해서는 정책역량의 대부분을 서비스 생산성 제고를 위한 방안 집중적으로 투입할 필요가 있다.

이와 같이 서비스 분야의 생산성 향상이 시급한 문제로 대두되면서 지난 반세기동안 제품에만 실시되던 KS(국가표준) 인증제가 서비스 분야에도 처음으로 도입된다. 서비스 KS인증제도는 서비스 품질 및 생산성 향상을 통해 국내 서비스산업의 경쟁력을 강화하는 데 그 목적이 있다. 현재 KS표준으로 제정된 30개 서비스 분야 중 국가적으로 경쟁력 강화가 요구되는 콜센터(Call Center) 서비스가 그 첫 대상으로 선정되었다(지식경제부 기술표준원, 2008).

신경제 시대의 새로운 서비스산업으로 급성장하고 있는 콜센터는 컴퓨터(정보)와 전화(통신)를 결합하여 대고객 서비스 업무를 수행하는 사업조직으로 금융, 통신, 유통·물류, 전자상거래 등 다양한 업종에 걸쳐 대기업에서 중소기업, 공공기관에 이르기까지 광범위하게 활용되고 있다. 최근에는 정보통신기술의 발달과 함께 단순한 전화 문의에 대한 응대로부터 인터넷, 모바일 등 고객과의 모든 비대면 채널접점을 통합관리하는 컨택센터(Contact Center)로 변모하면서 기업에서 차지하는 위상과 역할이 더욱 커지고 있다. 현재 국내 컨택센터는 3,000여개로 시장규모 10조원에 이른다. 또한 35만명 수준인 컨택센터 상담원이 2010년에는 42만명 수준에 달할 것으로 전망된다(한국콜센터산업정보연구소, 2007).

컨택센터는 고객과의 접촉의 70%이상을 담당하고 있기 때문에 컨택센터 서비스에 대한 고객만족도는 기업 이미지 및 기업 성과를 결정한다고 해도 지나치지 않을 것이다. 이 때문에 대부분의 기업에서는 컨택센터의 서비스 질을 높이고 고객만족도를 극대화하기 위해 다양한 핵심성과지표(Key Performance Indicator: KPI) 관리를 통해 컨택센터 운영의 효율성을 기하고 있다(Anton, 2000).

그러나 이러한 컨택센터의 전략적 중요성에도 불구

하고 컨택센터의 운영수준 및 성과에 대한 평가나 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. 효율적이고 효과적인 컨택센터 운영을 위해서는 우선적으로 현재 자사의 컨택센터 서비스 수준이 어느 정도인지에 대한 정확한 평가가 선행되어야 한다. 이러한 평가를 토대로 운영상의 문제점을 파악할 수 있으며 성과를 저하시키는 요인에 대한 개선 방안을 도출할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 국내 컨택센터 서비스의 기술적 효율성을 측정하여 현재의 운영수준과 문제점을 규명하고 이에 대한 개선방안을 제시하고자 한다. 구체적으로는 첫째, 컨택센터 서비스의 효율성 수준이 어느 정도 인지를 파악하고, 둘째 투입-산출구조 측면에서 비효율을 발생시키는 원인과 그 크기를 규명하며, 셋째 효율성 향상을 위한 벤치마킹 기준을 설정하고 개선의 방향과 정도를 제시한다.

이러한 목적을 달성하기 위해 본 연구에서는 컨택센터 서비스의 기술적 효율성을 평가하기 위한 분석기법으로 DEA(Data Envelopment Analysis) 모형을 이용한다. DEA 모형은 개별적인 투입요소에 의해 부분적인 효율성만을 평가하는 기존 방법과 달리 다수의 투입물과 산출물의 유기적인 관계를 고려하여 전체적인 관점에서 효율성을 평가할 수 있는 방법이다.

2. 분석방법론 및 선행연구 검토

2.1 DEA(Data Envelopment Analysis)

전통적인 효율성 측정방법의 한계를 극복할 수 있는 대안으로 최근에 각광을 받고 있는 DEA 모형은 선형계획법(Linear Programming: LP)에 기반하여 다수의 투입물과 다수의 산출물을 가진 다수의 의사결정단위(Decision Making Unit: DMU)의 상대적 효율성을 측정하는 비모수적(non-parametric)인 접근방법이다. DEA 모형은 규모에 대한 수익불변(Constant Returns to Scale: CRS)을 가정하는 CCR 모형과 규모에 대한 수익가변(Variable Returns to Scale: VRS)을 다루는 BCC 모형이 대표적이다. DEA 모형에서 효율성은 투입의 관점(산출에 대한 투입극소화) 또는 산출의 관점(투입에 대한 산출극대화)에서 각각 측정될 수 있는데, 본 연구에서는 컨택센터 서비스에 대한 고객만족도를 극대화하기 위해 한정된 자원을 얼마나 효율적으로 사용하고 있는가를 측정하기 위해 투입지향(input-oriented) 모형을 사용한다.

2.1.1 CCR 모형

Charnes, Cooper and Rhodes(1978)는 Farrell의 기술적 효율성(technical efficiency) 측정방법을 확장하여 흔히 CCR 모형이라고 불리는 DEA 기본 모형을 제시하였다.

이 CCR 모형은 m 개의 투입요소 $x_{ji}(i = 1, 2, \dots, m)$ 을 사용하여 s 개의 산출물 $y_{jr}(r = 1, 2, \dots, s)$ 을 생산하는 n 개의 $DMU_j(j = 1, 2, \dots, n)$ 가 있다고 가정할 때, 평가대상인 특정의사결정단위(DMU_k)의 효율성은 산출물의 가중합을 투입요소의 가중합으로 나눈 비율(ratio) 값으로 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다. 여기서 v_i, u_r 는 각각 투입요소와 산출물에 부과된 가중치로서의 의사결정변수이다. 또한 첫 번째 제약식은 계산된 해가 1을 초과하지 않도록 하며, 나머지 두 제약식에 포함된 ϵ 는 매우 작은 양의 상수로 계산된 해가 양수를 갖도록 한다. 따라서 식 (1)에서 계산된 해, 즉 DMU_k 의 효율성 E_k 는 0과 1사이의 값을 갖게 된다.

$$\max E_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{kr}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ki}} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{s.t. } & \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{jr}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ji}} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ & \frac{u_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ki}} \geq \epsilon > 0, \quad r = 1, 2, \dots, s \\ & \frac{v_i}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ki}} \geq \epsilon > 0, \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

그런데 식 (1)과 같은 비율모형은 무한 해를 갖기 때문에 다음의 식 (2)와 같은 통상적인 선형계획모형으로 변환할 수 있으며 이를 CCR 승수모형(multiplier model)이라고 한다. 식 (2)는 투입요소의 가중합이 1이 되도록 제약하고, 그 때의 산출물의 가중합을 최대화하는 산출물가중치와 투입물가중치를 구하는 것이다.

$$\max E_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{kr} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{s.t. } & \sum_{i=1}^m v_i x_{ki} = 1, \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{jr} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ji} \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ & u_r \geq \epsilon > 0, \quad r = 1, 2, \dots, s \\ & v_i \geq \epsilon > 0, \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

위의 선형계획모형은 제약식의 수가 많아지면 문제를 해결하는 데 소요되는 시간이 증가하므로 쌍대모형(dual model)으로 변형한 후 해결하는 것이 바람직하다. 따라서 CCR 승수모형을 원본모형으로 하는 쌍대모형을 정의하면 식 (3)과 같은 CCR 포락모형(envelopment model)을 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Min } & \theta - \epsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \quad (3) \\ \text{s.t. } & \sum_{j=1}^n x_{ji} \lambda_j + s_i^- = \theta x_{ki}, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n y_{jr} \lambda_j - s_r^+ = y_{kr}, \quad r = 1, 2, \dots, s \\ & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \quad \forall j, i, r \end{aligned}$$

여기서 θ 와 λ_j 는 식 (2)의 첫 번째와 두 번째 제약식에 대응되는 쌍대변수이고, s_i^- 와 s_r^+ 는 식 (2)의 투입요소와 산출물에 대한 제약식의 여유변수(slack variables)를 의미한다.

식 (3)에서 계산된 최적해 θ^* 는 DMU_k 의 효율성 지수를 나타내는데, $\theta^* = 1$ 이고 투입요소 및 산출물의 여유변수 $s_i^-, s_r^+ = 0$ 이면 DMU_k 는 상대적으로 효율적임을 의미하며 다른 DMU의 벤치마킹 대상이 되는 준거집단(reference set)에 속하게 된다. 반면에 $\theta^* < 1$ 으로 비효율적인 DMU는 투입요소의 규모를 줄이거나 산출량을 확대함으로써 효율적으로 될 수 있다.

CCR 포락모형에서 s_i^-, s_r^+ 는 여유변수 역할을 하고 있으므로 이를 제거하면 다음 식 (4)와 같이 간단한 모형으로 표현할 수 있다. 즉, DMU_k 에 대해 식 (4)은 각 투입요소에 대한 모든 의사결정단위들의 투입요소의 가중합이 DMU_k 의 투입요소의 θ 비율을 초과하지 않는 범위 내에서 모든 의사결정단위의 산출물의 가중합이 DMU_k 의 산출물 이상이 되는 최소비율 θ 를 구한다.

$$\text{Min } \theta \quad (4)$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^n x_{ji} \lambda_j \leq \theta x_{ki}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{jr} \lambda_j \geq y_{kr}, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

2.1.2 BCC 모형

위에서 설명한 CCR 모형은 규모에 대한 수익불변을 가정하므로 순수한 기술적 효율성과 규모의 효율성을 구분하지 못하는 한계가 있다. 이에 Banker, Charnes and Cooper(1984)는 규모에 따른 수익가변을 가정하고 규모의 효율성과 순수한 기술적 효율성을 구분하여 측정할 수 있는 수정된 DEA 모형을 제시하였는데 이를 BCC 모형이라고 한다. BCC 모형은 CCR 모형의 제약식에 각 DMU에 대한 준거집단 λ 의 크기를 1로 제한하는 볼록성(convexity) 조건을 추가함으로써 구해진다. 또한 BCC 모형의 실행가능영역은 CCR 모형의 실행가능영역의 부분집합이 되기 때문에 BCC 모형의 효율성은 CCR 모형의 효율성보다 크게 된다.

$$\text{Min } \theta \quad (5)$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^n x_{ji} \lambda_j \leq \theta x_{ki}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{jr} \lambda_j \geq y_{kr}, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

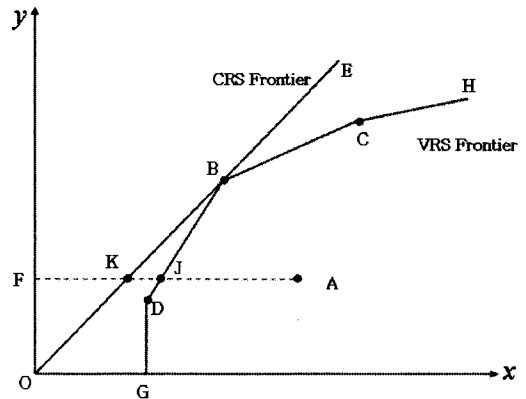
$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

위의 식 (5)에서 구해진 효율성은 규모의 효과가 배제된 순수기술효율성(Pure Technical Efficiency: PTE)을 나타낸다. 따라서 규모의 효율성(Scale Efficiency: SE)은 CCR 효율성을 BCC 효율성으로 나누어 구할 수 있다($SE = E_{CCR}/E_{BCC}$). 이 비율이 1보다 작으면 규모의 비효율성이 존재함을 의미하고, 1이면 현재의 투입-산출 규모가 최적인 것으로 판단한다. 결국 CCR 모형에서 구한 기술적 효율성은 BCC 모형에서 구한 순수 기술효율성과 규모의 효율성으로 분해되는데(기술적 효율성=순수기술효율성×규모의 효율성), 이를 통해 비효율성의 원인이 되는 요소와 그 정도를 알아낼 수 있다.

한편, 규모의 비효율성은 각 의사결정단위가 최적 규모보다 크거나 작게 운영되는 경우에 발생한다. 규모의 효율성은 체증규모수익(Increasing Returns to Scale: IRS) 또는 체감규모수익(Decreasing Returns to Scale: DRS)이 존재하는 투입물의 수준과 불변규모수익(CRS)에서의 최적 산출물 수준을 비교하여 구하기 때문에 CCR 모형과 BCC 모형의 효율성을 모두 계산하여야 한다.

<그림 1>에서 선분 OE는 CRS 프론티어를 나타내고 선분 GDBCH는 VRS 프론티어를 나타낸다. VRS 프론티어에서 점 G에서 점 B에 이르는 구간은 투입요소 x 의 증가에 따라 한계수익이 증가하고 있는 구간으로 체증규모수익(IRS)의 구간이며, 점 B를 지나 점 H에 이르는 구간은 투입요소의 증가에 따라 한계수익이 감소하고 있는 구간이므로 체감규모수익(DRS) 구간에 해당되며 점 B만이 불변규모수익(CRS) 구간에 해당된다(이경재 외, 2007).



<그림 1> CRS 프론티어와 VRS 프론티어의 비교

2.2 컨택센터 서비스의 핵심성과지표

컨택센터에서는 서비스의 질을 높이고 고객만족도를 극대화하기 위해 다양한 핵심성과지표(KPI)를 관리하고 있는데, 아직까지 국내 기업에서 핵심성과지표지표의 정의나 관리는 미흡한 실정이다.

컨택센터 서비스의 핵심성과지표는 미국 Purdue대학교의 Jon Anton 교수와 그가 속한 컨택센터 전문연구기관인 CCDQ(Center for Customer Driven Quality)에서 제시하는 측정지표들이 보편적으로 사용되고 있다. Anton(1997)은 컨택센터 서비스의 핵심성과지표를 운영관련 지표, 수입관련 지표, 비용관련 지표, 서비스

품질관련 지표로 구분하여 제시하고 있는데, 특히 인바운드(Inbound) 컨택센터 서비스의 핵심성과지표로 80% 콜응대속도, 평균후처리시간, 평균응대속도, 평균통화시간, 평균포기호비율, 평균대기시간, 최초콜완결율, 불통율, 업무집중율, 평균대기시간, 스케줄준수율, 평균출근율, 1콜당비용, 평균판매가치, 상담원1인당처리콜 등을 제시하였다.

또한 Feinberg 등(2000)은 컨택센터 서비스의 핵심성과지표들과 고객만족 간의 관계를 규명하고자 하는 목적으로 미국의 514개 컨택센터를 대상으로 13개 핵심성과지표에 대한 자료를 수집하여 고객만족과의 상관관계를 분석하였다. 분석 결과, 평균응대속도, 최초콜완결율, 포기호비율, 평균후처리시간, 불통율, 평균대기시간, 서비스수준 등 7개의 변수가 고객만족과 유의한 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 그리고 고객만족을 종속변수로 하는 회귀분석 결과에서는 최초콜완결율과 포기호비율만이 통계적으로 유의한 영향력을 가지는 것으로 나타났다. 그러나 은행·금융서비스 분야의

138개 컨택센터를 대상으로 한 동일한 방법의 연구에서는 고객만족과 유의한 상관관계를 갖는 핵심성과지표가 없는 것으로 나타나(Feinberg et al., 2002), 업종별로 차이가 있을 수 있음을 시사하고 있다.

한편, 국내에서는 한국콜센터산업정보연구소에서 Anton (1997)이 제시한 핵심성과지표를 바탕으로 국내 여건에 적합한 20개의 컨택센터 서비스 KPI를 선별하고 이를 효율성 지표와 효과성 지표로 구분하여 국내 컨택센터의 운영수준진단 및 인증(certification)에 활용하고 있다(정기주 외, 2004). 최근에는 기술표준원(2006)이 컨택센터 서비스 경쟁력 강화를 위해 컨택센터 서비스 규격(KS A 0976-1)을 제정하였는데, 여기서는 20초 이내에 80% 이상 응답, 상담포기율 5% 이하, 최초 통화 해결율 70% 이상 등을 고객지향적인 컨택센터 운영 기준으로 규정하고 있다.

이상의 문헌자료에 대한 고찰을 토대로 본 연구와 관련된 컨택센터 서비스의 핵심성과지표들을 정리하면 <표 1>과 같다(소순후, 2008. p.78).

<표 1> 컨택센터 서비스의 핵심성과지표(Key Performance Indicators)

지 표 명	정 의
서비스수준 (service level)	<ul style="list-style-type: none"> 총 인입된 콜 중 목표시간 내에 상담원과 연결된 통화의 비율 $((X\text{초내응답콜수} + X\text{초내포기콜수}) / (\text{총응답콜수} + \text{포기콜수})) \times 100$
평균응대속도 (average speed of answer)	<ul style="list-style-type: none"> 상담원 연결 콜들의 상담원 연결 요청 시부터 상담원이 응대를 시작할 때까지의 시간 평균
평균대기시간 (average time in queue)	<ul style="list-style-type: none"> 교환기로 인입된 모든 고객의 대기시간(교환기 산정) 총 대기호 누적대기시간 / (상담원 연결 성공콜수 + 대기중 포기콜수)
포기호비율 (abandonment rate)	<ul style="list-style-type: none"> 상담원 연결 요청 후 상담원 연결 이전에 고객이 통화를 포기하거나 시간 초과로 강제로 시스템에서 전화가 끊어진 경우 $1 - ((\text{상담원 연결콜 수} / \text{상담원 연결 요청콜 수}) \times 100)$
최초콜완결율 (percentage of calls closed on first contact)	<ul style="list-style-type: none"> 한 번의 통화로 처리 완료된 콜의 비율 $(\text{최초 완결 콜}) / (\text{총 상담원 처리콜 수}) \times 100$
스케줄준수율 (adherence to schedule)	<ul style="list-style-type: none"> 업무 투입 시간으로 스케줄 된 시간 중에 실제로 그 시간을 업무에 투입했는지의 비율
평균통화시간 (average talk time)	<ul style="list-style-type: none"> 고객과의 통화에 소요되는 시간
평균후처리시간 (average after call work time)	<ul style="list-style-type: none"> 통화 종료 후, 상담과 관련된 업무를 마무리 하는데 소요되는 시간
상담원이직율 (agent turnover rate)	<ul style="list-style-type: none"> 일정 기간 동안 전체 상담원 대비 이직한 상담원의 비율 월간이직율 = $(\text{월종이직인원}) / ((\text{월초인원} + \text{월말인원}) / 2) \times 100$
불통율 (percentage of calls blocked)	<ul style="list-style-type: none"> 통화중 신호 받아서 센터내 시스템으로 아예 못 들어오는 콜 비율
고객만족도 (customer satisfaction)	<ul style="list-style-type: none"> 상담원의 응대에 대해 컨택센터 이용고객이 평가한 서비스 만족도 점수

2.3 컨택센터 서비스 평가 모형

컨택센터 서비스의 성과 평가 모형으로는 COPC(Customer Operation Performance Center)의 COPC-2000 for Callcenters와 BenchmarkPortal의 Callcenter Performance Benchmarking이 대표적이다. COPC-2000 for Callcenters은 제조업 중심의 ISO(International Organization for Standardization) 기준의 한계를 극복하기 위해 개발된 서비스품질관리시스템으로 리더십/계획(Leadership/Planning), 프로세스(Process), 인적 자원(People), 성과(Performance)의 4개 영역과 총 32개의 측정항목으로 컨택센터의 운영수준을 평가한다. Callcenter Performance Benchmarking은 전 세계 5,000개 이상의 기업으로부터 수집한 컨택센터 운영관리 지표 DB를 이용하여 동종산업내 우수기업(best practice) 사례와 비교·분석할 수 있는 자가진단시스템이다.

그러나 COPC는 평가항목별 요구기준에 대한 충족 여부만을 결정하기 때문에 요구기준으로부터 어느 정도로 큰 차이가 존재해야 비효율적으로 간주되는지 알 수 없어 효율적인 컨택센터와 비효율적인 컨택센터를 판별하는데 한계가 있다. 또한 BenchmarkPortal은 개별 지표에 의한 부분적인 성과만을 평가하기 때문에 다수의 측정지표들을 동시에 고려하는 다차원적인 성과 평가를 반영하기 어렵다는 한계를 지니고 있다. 이와 같은 문제로 인해 본 연구에서는 다수의 투입요소와 다수의 산출물 간의 유기적인 관계를 고려하는 DEA 모형을 도입하여 투입-산출구조에서 비효율을 발생시키는 원인을 규명함으로써 컨택센터 운영 개선에 실질적인 도움을 주고자 한다.

3. 연구설계 및 실증분석

3.1 투입 및 산출변수의 선정

DEA 분석에 있어 의사결정단위(DMU)의 효율성 평가를 위한 첫 번째 단계는 모형에 포함될 투입 및 산출 요소의 선정이다. 이러한 투입 및 산출요소의 선정에 관한 합의된 방법이 제시되어 있지는 않지만, DEA 분석 결과의 신뢰성을 결정하는 중요한 문제이므로 그 선택에 신중함을 기해야 한다(Epstein and Henderson, 1989).

DEA 모형이 투입요소의 사용량에 대한 산출량의 비율을 극대화하는 측면에서 효율성을 계산하기 때문에 투입 및 산출요소는 DMU의 경영활동과 관련된 요소를 모두 고려하여야 한다. 그러나 DEA는 모형 내에 포함된 투입 및 산출요소의 수가 많아질수록 비효율적 DMU를 판별하는 능력이 낮아지는 특징을 갖고 있을 뿐만 아니라 경영활동과 관련된 모든 요소를 모형에 포함한다는 것은 현실적으로 매우 어려운 일이다(김진한, 민재형, 1998). 기존 연구에 의하면 DMU의 수(n), 투입요소의 수(m), 산출물의 수(s)의 관계가 $n \geq \max\{m \times s, 3(m+s)\}$ 의 조건을 갖추는 것이 바람직한 것으로 알려져 있으며(Cooper et al., 2000; Boussofiene et al., 1991; Nunamaker, 1985), 가능한 한 최소의 투입 및 산출요소를 사용하여 모형의 설명력을 높이는 것이 중요하다(Nyhan and Martin, 1999).

일반적으로 서비스 조직의 생산성은 노동과 자본의 효율적인 이용에 달려 있다. 효율성 분석을 위해 전통적으로 정의하는 투입요소인 노동과 자본을 계량적으로 측정하기 위해 본 연구에서는 노동에 대한 대리변수(proxy)로 상담원수 및 상담좌석수를 이용하였고, 자본요소로는 상담원의 교육훈련시간과 인건비를 선정하였다.

<표 2> 표본의 특성

구분	표본	투입 요소				산출 요소					
		상담원수	상담좌석수	교육훈련시간	인건비(만원)	최소콜완결율	서비스수준	평균응대속도	평균대기시간	포기호비율	불통율
금융	17	154	186	169	1,493	85%*	85%*	13초	22초*	8%*	4%
제조유통	15	134	175	109	1,422	83%*	90%*	14초*	23초	5%	4%
통신	17	152	184	175	1,559	89%*	81%*	14초*	21초	6%	2%*
공공	8	36	47	98	1,638	84%*	89%*	17초	34초	7%	6%

주) * 표시는 각 업종별 산출요소를 의미함.

한편, 컨택센터와 같은 서비스 조직의 성과를 대표할 수 있는 산출요소는 고객의 관점에서 고려되어야 하며 컨택센터 서비스의 궁극적 운영목표인 고객만족에 영향을 미치는 지표를 선정해야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 한국콜센터산업정보연구소에서 주기적으로 수집하고 있는 인바운드 컨택센터의 핵심성과지표 중에서 고객만족도와 유의한 상관관계를 보인 최초콜완결율과 서비스수준을 공통의 산출요소로 선정하였다. 하지만 Feinberg et al.(2000, 2002)의 연구결과에서도 나타난 바와 같이 업종별로 중점 관리해야 할 핵심성과지표가 다를 수 있기 때문에 본 연구에서는 주요 업종별로 고객만족도와 유의한 상관관계를 갖는 핵심성과지표를 산출요소로 추가하였다. 이에 따라 금융업에서는 평균대기시간과 포기호비율, 제조유통업에서는 평균응대속도, 그리고 통신업에서는 불통율과 평균응대속도가 각각 산출요소에 포함되었다.

이상에서 논의한 투입 및 산출요소를 토대로 컨택센터는 고객만족을 목표로 상담원수, 상담좌석수, 상담원 교육훈련시간 및 인건비 등의 자원을 투입하여 최초콜완결율, 서비스수준, 평균응대속도, 평균대기시간, 포기호비율, 불통율 등과 같은 성과를 내기 위해 노력하는 경영조직이라고 정의할 수 있다. 다수의 투입요소를 산출물로 전환하는 과정에서 다른 컨택센터와 동일한 성과를 보다 적은 투입요소의 조합으로 달성하는 컨택센터가 있다면 상대적으로 효율적인 경영활동을 하고 있는 것으로 판단할 수 있다.

3.2 자료수집과 표본특성

본 연구에서는 국내 컨택센터 서비스의 기술적 효율성을 비교·분석하기 위해 한국콜센터산업정보연구소의 컨택센터DB에 등록되어 있는 총 241개 컨택센터 중에서 분석에 필요한 데이터를 모두 갖추고 있는 57개 컨택센터를 평가의 대상으로 선정하였다. 표본으로 선정된 컨택센터의 특성은 <표 2>와 같다. 업종별로는 금융과 통신이 각각 17개, 그리고 제조유통이 15개, 공공부분이 8개로 구성되어 있다. 또한 이들 컨택센터의 지역별 분포를 살펴보면 서울 34개(59.6%), 경기 9개(15.8%), 그리고 비수도권 지역이 14개(24.6%)로 나타났다. 한편, 산출요소 중에서 평균응대속도와 평균대기시간은 역수로 변환하고, 포기호비율과 불통율은 각각 (1-포기호비율), (1-불통율)로 변환하여 사용하였다.

DEA 분석을 위한 소프트웨어는 여러 종류가 개발되

어 있다. 상업용 소프트웨어로는 DEA Solver Pro, Frontier Analyst, OnFront, Warwick DEA 등이 있으며, 비상업용 소프트웨어로는 DEA Excel Solver, DEAP, EMS, PIONEER 등이 있다. 이들 소프트웨어에 대해 Barr(2004)는 8개 범주, 72개 평가기준을 선정하여 대상 소프트웨어의 주요 기능을 비교·평가하고 각각의 소프트웨어에 대한 사용 방법과 특징을 제시하고 있다. 본 논문에서는 Microsoft Excel의 해찾기 기능을 활용하는 DEA Excel Solver 소프트웨어를 사용하여 분석하였다. DEA Excel Solver의 개발자인 Zhu(2003, pp. 263-283)는 그의 저서에서 프로그램 사용법 등을 자세히 소개하고 있다.

3.3 분석결과 및 해석

3.3.1 효율성 지수 추정

앞서 선정된 투입 및 산출요소에 대하여 DEA의 투입지향 CCR 모형과 BCC 모형을 적용하여 국내 57개 컨택센터의 서비스 효율성 분석을 실시한 결과는 <표 3>과 같다. 기술적 효율성 측정결과, 국내 컨택센터서비스산업의 평균 효율성은 89% 수준을 보였으며, 업종별로는 금융(92.0%), 공공(91.9%), 통신(90.8%) 부문의 순으로 효율성이 높게 나타난 반면, 제조유통(80.4%) 부문의 효율성은 평균 이하의 낮은 효율성을 보였다. 구체적으로는 총 57개 컨택센터 중에서 효율성 지수 1(100%)을 보인 25개의 컨택센터가 상대적으로 효율적으로 운영되고 있는 것으로 나타났으며, 이들 컨택센터는 순수기술효율성과 규모효율성이 모두 1로서 가장 이상적인 경영상태(most productive scale size)에 있음을 알 수 있다. 반면에 효율성 지수가 1미만으로 나타난 비효율적인 컨택센터들은 효율적인 컨택센터들을 벤치마킹의 대상으로 삼아 투입-산출구조의 개선에 보다 많은 노력을 기울여야 한다. 즉, <그림 1>에서 효율성 프론티어 선상에 위치하지 않는 비효율적인 DMU A의 총기술효율성인 CCR 효율성은 FK/FA, 그리고 순수기술효율성인 BCC 효율성은 FJ/FA에 의해 측정된다. 이는 기술적으로 효율적인 생산을 달성하기 위해 감소되어야 할 모든 투입요소의 비율을 나타낸다.

3.3.2 비효율성의 원인분석

<표 3>에 제시된 BCC 모형의 순효율성과 규모효율성 개념을 이용하면 비효율성의 원인이 순수한 운영 측

<표 3> DEA 모형에 의한 기술적 효율성 측정결과

업 역	DMUs	효율성 지수			DEA-CCR 모형에 의한 준거집단(λ)	RTS
		TE	PTE	SE		
민 영 우	DMU01	0.85 (0.20)	1.00 (0.22)	0.85 (0.94)	07(0.05), 10(0.42), 14(0.56)	DRS
	DMU02	0.88 (0.13)	1.00 (0.60)	0.88 (0.21)	07(0.02), 10(0.99)	DRS
	DMU03	0.81 (0.51)	0.81 (0.52)	1.00 (1.00)	10(0.64), 12(0.32), 14(0.03)	IRS
	DMU04	0.88 (0.66)	1.00 (0.67)	0.88 (0.98)	07(0.04), 12(0.32), 14(0.64)	DRS
	DMU05	0.87 (0.61)	0.95 (0.63)	0.92 (0.97)	07(0.00), 10(0.70), 14(0.31)	DRS
	DMU06	0.90 (0.54)	1.00 (1.00)	0.90 (0.54)	10(0.37), 12(0.42), 14(0.31)	DRS
	DMU07	1.00 (0.86)	1.00 (1.00)	1.00 (0.86)	07(1.00)	CRS
	DMU08	0.78 (0.32)	1.00 (0.60)	0.78 (0.53)	10(0.02), 14(1.17)	DRS
	DMU09	1.00 (0.60)	1.00 (0.93)	1.00 (0.65)	09(1.00)	CRS
	DMU10	1.00 (0.69)	1.00 (0.94)	1.00 (0.73)	10(1.00)	CRS
	DMU11	0.97 (0.69)	1.00 (0.75)	0.97 (0.92)	10(0.24), 12(0.78), 14(0.03)	DRS
	DMU12	1.00 (0.93)	1.00 (0.94)	1.00 (0.99)	12(1.00)	CRS
	DMU13	0.93 (0.59)	0.95 (0.60)	0.98 (0.98)	07(0.18), 10(0.22), 12(0.34), 14(0.25)	DRS
	DMU14	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	14(1.00)	CRS
	DMU15	0.87 (0.26)	1.00 (0.31)	0.87 (0.85)	07(0.17), 14(0.87)	DRS
	DMU16	0.91 (0.51)	1.00 (1.00)	0.91 (0.51)	10(0.50), 12(0.16), 14(0.39)	DRS
	제 조 유 통	DMU17	1.00 (0.71)	1.00 (0.76)	1.00 (0.93)	17(1.00)
DMU18		1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	18(1.00)	CRS
DMU19		1.00 (0.95)	1.00 (1.00)	1.00 (0.95)	19(1.00)	CRS
DMU20		0.24 (0.23)	0.24 (0.23)	1.00 (1.00)	18(0.08), 19(0.02), 24(0.78), 27(0.08)	IRS
DMU21		0.85 (0.70)	0.86 (0.70)	0.99 (1.00)	18(0.19), 19(0.02), 24(0.20), 27(0.53)	IRS
DMU22		1.00 (0.94)	1.00 (1.00)	1.00 (0.94)	22(1.00)	CRS
DMU23		1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	23(1.00)	CRS
DMU24		1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	24(1.00)	CRS
DMU25		1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	25(1.00)	CRS
DMU26		1.00 (0.71)	1.00 (0.76)	1.00 (0.93)	26(1.00)	CRS
DMU27		1.00 (0.83)	1.00 (1.00)	1.00 (0.83)	27(1.00)	CRS
DMU28		0.19 (0.17)	0.25 (0.25)	0.76 (0.70)	19(0.02), 24(0.90), 27(0.10)	DRS
DMU29		0.75 (0.71)	0.83 (0.76)	0.90 (0.93)	18(0.38), 19(0.02), 22(0.53), 24(0.03), 25(0.04)	DRS
DMU30		1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	30(1.00)	CRS
신 민 공	DMU31	0.38 (0.34)	0.65 (0.61)	0.58 (0.57)	19(0.01), 24(0.80), 27(0.30)	DRS
	DMU32	0.64 (0.50)	0.64 (0.50)	1.00 (1.00)	18(0.57), 19(0.28), 23(0.16), 24(0.10)	DRS
	DMU33	0.92 (0.18)	1.00 (0.20)	0.92 (0.92)	34(0.15), 37(0.22), 39(0.63)	DRS
	DMU34	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	34(1.00)	CRS
	DMU35	1.00 (0.40)	1.00 (1.00)	1.00 (0.40)	35(1.00)	CRS
	DMU36	0.56 (0.41)	1.00 (0.41)	0.56 (1.00)	34(1.02)	DRS
	DMU37	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	37(1.00)	CRS
	DMU38	0.90 (0.42)	1.00 (0.96)	0.90 (0.44)	34(0.75), 37(0.21), 39(0.19)	DRS
	DMU39	1.00 (0.52)	1.00 (0.66)	1.00 (0.79)	39(1.00)	CRS
	DMU40	0.76 (0.29)	0.77 (0.29)	0.99 (0.99)	34(0.39), 37(0.43), 39(0.27)	DRS
	DMU41	1.00 (0.67)	1.00 (0.77)	1.00 (0.86)	41(1.00)	CRS
	DMU42	0.84 (0.48)	0.87 (0.48)	0.97 (0.99)	34(0.68), 37(0.27), 39(0.11)	DRS
	DMU43	0.93 (0.63)	0.99 (0.65)	0.94 (0.97)	34(0.45), 37(0.54)	DRS
	DMU44	0.86 (0.68)	0.89 (0.69)	0.97 (0.99)	34(0.75), 37(0.24), 39(0.03)	DRS
	DMU45	0.90 (0.34)	1.00 (0.69)	0.90 (0.50)	34(0.67), 37(0.39)	DRS
	DMU46	1.00 (0.98)	1.00 (0.99)	1.00 (0.99)	46(1.00)	CRS
	DMU47	0.75 (0.32)	0.84 (0.39)	0.89 (0.82)	34(0.79), 37(0.13), 39(0.21)	DRS
	DMU48	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	48(1.00)	CRS
DMU49	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	49(1.00)	CRS	
공 공	DMU50	0.85 (0.55)	1.00 (1.00)	0.85 (0.55)	53(1.08)	DRS
	DMU51	0.85 (0.70)	1.00 (0.86)	0.85 (0.81)	53(0.94), 55(0.11)	DRS
	DMU52	0.72 (0.57)	0.88 (0.64)	0.82 (0.89)	53(0.82)	IRS
	DMU53	1.00 (0.83)	1.00 (0.95)	1.00 (0.88)	53(1.00)	CRS
	DMU54	0.95 (0.69)	0.97 (0.71)	0.98 (0.98)	53(1.01)	DRS
	DMU55	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	55(1.00)	CRS
	DMU56	0.99 (0.75)	1.00 (0.77)	0.99 (0.98)	53(1.05)	DRS
	DMU57	0.99 (0.74)	1.00 (0.82)	0.99 (0.89)	53(0.32), 55(0.77)	DRS

주1: TE(technical efficiency), PTE(pure technical efficiency), SE(scale efficiency), RTS(returns to scale)

주2: () 안의 효율성 지수는 전체 DMU에 대해 동일한 투입요소와 산출요소를 사용하여 추정된 값임.

면에 의한 것인지 아니면 투입-산출 규모의 효과에 의한 것인지를 파악할 수 있다. 즉, BCC 모형의 순효율성은 1이지만 규모효율성이 1미만인 16개 컨택센터의 경우에는 규모의 효과를 배제하고는 효율적으로 운영되고 있다고 할 수 있기 때문에 그 비효율의 원인이 전적으로 규모의 비효율성 측면에 있다고 할 수 있다. 이때 해당 컨택센터에서는 투입을 늘릴 것인지 아니면 줄일 것인지 규모의 증감 여부를 신중히 고려해야 하는데, 규모에 대한 수익체증(IRS)의 상태에 있는 컨택센터는 투입규모의 확대로 효율성을 높일 수 있는 반면에, 규모에 대한 수익체감(DRS)의 상태에 있는 컨택센터는 현재의 규모가 최적규모 이상의 투입요소로 인해 운영되고 있기 때문에 투입자원에 대한 투자보다는 운영프로세스에 대한 개선방안을 고려할 필요가 있다. 그리고 순효율성과 규모효율성이 모두 1미만인 컨택센터의 경우에는 비효율의 원인이 운영 측면과 규모 측면 둘다에 기인하는 것으로 해석되며, 상대적으로 낮은 값을 보이는 부문에서 전반적인 효율성 저하의 주된 원인이 된다고 할 수 있다. <그림1>에서 보면, DMU A는 규모가 비효율적이며, 순기술적으로도 비효율적이다. 이 때 DMU A의 규모의 비효율성은 CCR 효율성과 BCC 효율성의 비율인 FK/FJ에 의해 측정된다. 여기서 각 DMU의 규모수익성(RTS)은 CCR 모형의 λ_j 의 합을 통해 판단할 수 있는데 λ_j 의 합이 1보다 크면 DRS 구간, λ_j 의 합이 1이면 CRS 구간, λ_j 의 합이 1보다 작으면 IRS 구간에 있는 것으로 판단한다.

3.3.3 효율성 개선방안

DEA 모형에 의한 기술적 효율성 측정 결과 비효율적으로 운영되고 있는 것으로 평가된 컨택센터의 경우 효율성 개선을 위한 벤치마킹 기준을 모색할 필요가 있다. DMU03의 경우 효율성 지수는 0.81이며 비효율의 원인이 규모의 측면보다는 운영적 측면에서 비롯된

것으로 나타났다. 따라서 DMU03의 효율성 개선방안을 모색하기 위해서는 효율적인 준거집단인 DMU10, DMU12, DMU14를 벤치마킹할 필요가 있으며, 이 중에서도 가중치(λ)가 가장 높은 DMU10은 그만큼 투입-산출 구조면에서 DMU03과 유사하다고 할 수 있어 우선적으로 벤치마킹할 대상이 된다. 결국 이러한 준거집단과의 비교를 통해서 투입-산출 구조를 어느 정도로 개선해야 하는지 결정할 수 있으며, 이를 위해서는 DMU03의 실제 관측치(actual value)와 효율성 프론티어에 투영된(projection) 개선 목표치(target value) 간의 차이를 줄여야 한다. 즉, <그림1>에서 비효율적인 DMU A의 경우 CRS 프론티어 상의 DMU K가 최적의 벤치마킹 대상이 된다고 할 수 있으며, 효율성을 높이기 위해서는 현재의 산출수준을 유지한 상태에서 투입을 줄여나가야 한다.

한편, <표 4>에서는 DEA 모형을 통한 기술적 효율성 측정 결과, 비효율적으로 판별된 컨택센터들의 투입 및 산출요소에 대한 비효율성의 개선 정도를 업종별로 제시하고 있다. 즉, 준거집단분석을 통해 비효율적인 컨택센터들의 목표치를 계산하여 실제 관측치와의 차이를 비율로 표시한 값으로 과다투입량과 과소산출량을 업종별 평균비율로 보여주고 있다. 전 산업에 걸쳐 투입요소의 과잉투자가 두드러지게 나타나고 있으며 산출요소도 상당한 수준의 과소산출이 발생하고 있는 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 가장 대표적인 비대면 서비스 조직인 컨택센터의 기술적 효율성 평가를 위한 방법론을 제시하였고, 실제 컨택센터를 대상으로 한 측정결과를 바탕으로 컨택센터 서비스 운영의 투입-산출구조에서 비효율을 발생시키는 원인과 그 크기를 분석하였다.

<표 4> 투입 및 산출요소의 비효율성 개선 수준

업종	투입 요소				산출 요소					
	상담원 수	상담 좌석수	교육훈련 시간	인건비	최초콜 완결율	서비스 수준	평균 응대속도	평균 대기시간	포기호 비율	불통율
금융	-36.3%	-20.4%	-12.3%	-8.0%	4.0%	5.1%	-	14.7%	3.9%	-
제조유통	-20.2%	-24.5%	-19.6%	-19.6%	10.3%	0.0%	32.5%	-	-	-
통신	-20.6%	-22.5%	-12.8%	-9.2%	0.4%	13.6%	29.2%	-	-	3.6%
공공	-24.2%	-33.3%	-32.2%	-8.1%	0.6%	2.9%	-	-	-	-

실증분석 결과에 의하면 전반적으로 국내 컨택센터 서비스의 기술적 효율성이 낮은 것으로 나타났는데, 그 이유는 투입-산출 구조 측면에서 상당부분 과다투입 및 과소산출이 존재하고 있기 때문으로 판단된다. 본 연구에서 적용한 4개의 투입요소에 대해 20.2% 정도의 과다투입이 이루어지고 있었으며 산출요소도 상당한 수준의 과소산출이 발생하고 있는 것으로 나타났다. 즉, 전반적으로 컨택센터들이 최적의 규모보다 비효율적인 상태에서 운영되고 있다고 할 수 있다. 이는 최근 기업 경쟁력 확보를 위한 새로운 수단으로 컨택센터의 서비스 질 향상을 강조하고 있으나 컨택센터의 외형만 키운 채 효율적인 운영이 이루어지지 못하고 있음을 시사하는 결과로 여겨진다.

이처럼 본 연구는 국내 컨택센터의 서비스 수준에 대한 구체적인 실태를 파악하고 투입 및 산출요소에 존재하는 비효율성의 원인과 그 크기를 근거로 효율성을 향상시킬 수 있는 방안을 구체화하였다는 데 그 의의가 있다고 하겠다. 하지만 본 연구는 다음과 같은 부분에서 향후 추가적인 연구가 요구된다. 먼저, 본 연구는 컨택센터 서비스의 기술적 효율성을 측정하기 위해 4개의 투입요소와 2개의 산출요소를 갖는 DEA 모형을 이용하였으나, 향후에는 보다 다양한 투입 및 산출요소를 이용하여 여러 가지 모형으로 효율성을 측정하고 이를 상호 비교하는 연구도 필요할 것이다. 즉, 컨택센터 기능(Inbound, Outbound, Blending)에 따라 중점 관리해야 할 핵심성과지표가 다를 수 있기 때문에 다양한 투입-산출요소 조합으로 구성된 DEA 모형을 통해 측정된 결과들을 상호 비교하는 연구가 필요할 것이다. 다음으로, 비록 본 연구에서는 자료계약상 횡단면 자료(cross-sectional data)를 이용한 정태적 효율성 분석을 시도하였으나 향후 시계열 자료(time-series data)를 이용한 동태적 효율성 분석이 요구된다. 즉, 시계열 자료를 이용한 실증분석을 통해 컨택센터 서비스의 기술적 효율성 변화 추세를 파악하는 것은 의미있는 연구 과제가 될 것이다.

향후 컨택센터 서비스 시장은 지속적으로 확대될 것으로 예상되며, 동시에 효율적이고 효과적인 컨택센터 서비스 운영에 대한 요구도 지속적으로 제기될 것이고 그 결과 객관적이고 과학적인 측정 및 평가에 대한 요구 역시 지속적으로 요구받을 것이다. 본 연구는 이와 같은 요구들에 대한 적합한 답을 줄 수 있는 방법으로 이용될 수 있을 것이다. 특히, 본 연구에서 제시한 접근 방법과 결과들은 서비스 KS인증이나 아웃소싱 서비스

수준 관리, 그리고 서비스요원의 업무생산성 진단 등에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 김진한, 민재형(1998), “부분 효율성 정보를 이용한 DEA 모형의 투입산출요소 선정에 관한 연구,” 「한국경영과학회지」, 23권, 3호, pp. 75-90.
- [2] 박만희(2008), “DEA 효율성 및 Malmquist 생산성 분석시스템 개발,” 「생산성논집」, 22권, 2호, pp. 241-265.
- [3] 산업자원부 기술표준원(2006), 「KS A 0976-1 콜센터 서비스」.
- [4] 소순후(2008), “CRM 콜센터의 운영성과모형에 관한 실증연구,” 「한국경영과학회지」, 13권, 1호, pp. 73-84.
- [5] 이경재, 김재전, 조건(2007), “DEA 모형을 활용한 인터넷 기업의 효율성 평가,” 「대한경영과학회지」, 20권, 1호, pp. 109-136.
- [6] 재정경제부(2006), 「Beyond Manufacturing: 우리 경제의 미래 서비스산업에서 찾는다」.
- [7] 정기주, 김재전, 유일, 소순후, 박득(2004), “콜센터 성과의 영향요인에 관한 연구,” 「한국정보전략학회지」, 7권, 2호, pp. 101-111.
- [8] 지식경제부 기술표준원(2008), 「서비스산업에도 KS 인증 실시」, 보도자료.
- [9] 한국생산성본부(2006), 「생산성 국제비교」.
- [10] 한국콜센터산업정보연구소(2007), 「콜센터산업통계 보고서」.
- [11] Anton, J.(1997), *Callcenter Management by the Number*, Ichor Business Book, 1997.
- [12] Anton, J.(2000), “The past, present, and future of customer access centers,” *International Journal of Services Management*, Vol. 11, pp. 120-130.
- [13] Banker, R.D., Charnes, A., and Cooper, W.W. (1984), “Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis,” *Management Science*, Vol. 30, No. 9, pp. 1078-1092.
- [14] Barr, R.S.(2004), DEA Software Tools and Technology: A State-of-the-Art Survey, in W.W. Cooper, L.M. Seiford, J. Zhu (eds.), *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston, pp. 539-566.
- [15] Boussofiane, A., Dyson, R.G., and Thanassoulis, E.(1991), “Applied Data Envelopment Analysis,” *European Journal of Operational Research*, Vol.

- 52, pp. 1-15.
- [16] Charnes, A., Cooper, W.W., and Rhodes, E.(1978), "Measuring the efficiency of decision making units," *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, No. 6, pp. 429-444.
- [17] Cooper, W.W., Saiford, L.M. and Tone, K.(2000), *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- [18] Epstein, M.K. and Henderson, J.C.(1989), "Data envelopment analysis for managerial control and diagnosis," *Decision Sciences*, Vol. 20, pp. 90-119.
- [19] Feinberg, R.A., Kim, I.S., Hokama, L., Ruyter, K.D., and Keen, C.(2000), "Operational determinants of caller satisfaction in the call center," *International Journal of Service Industry Management*, Vol. 11, No. 2, pp. 131-141.
- [20] Feinberg, R.A., Hokama, L., Kadam, R., and Kim, I.S.(2002), "Operational determinants of caller satisfaction in the banking/financial services call center," *International Journal of Bank Marketing*, Vol. 20, No. 4, pp. 174-180.
- [21] McKinsey Global Institute(2005), "U.S. Productivity after the Dot-Com Bust," http://www.mckinsey.com/mgi/publications/us_productivity.asp
- [22] Nunamaker, T.R.(1985), "Using data envelopment analysis to measure the efficiency of nonprofit organizations: A critical evaluation," *Managerial and Decision Economics*, Vol. 6, No. 1, pp. 50-58.
- [23] Nyhan, R.C. and Martin, L.L.(1999), "Comparative performance measurement: a primer on data envelopment analysis," *Public Productivity and Management Review*, Vol. 22, No. 3, pp. 348-364.
- [24] Zhu, J.(2003), *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets and DEA Excel Solver*, Kluwer Academic Publishers, Boston.