

# DEA에 의한 자동차 효율성 비교분석에 관한 연구

## A Study on the Efficiency Measurement of Vehicles by DEA Method

정 경 희\* · 조 재 립\*

Kyung-Hee Jung\* · Jai-Rip Cho\*

### Abstract

It is good to use DEA method as it can measure the efficiency without depending on a specific function like cost function. The method also finds out the most efficient group among the sample groups and gives us a specific number. For example, it shows what kind of factor of inefficient group gives how much input and produces how much output.

Originally DEA, which was developed by Charnes, Cooper and Rhodes, allows us not only to measure the relative efficiency of Decision Making Units(DMUs) of non-profit organizations whose success cannot be measured by a single bottom-line figure such as profit but also to integrate several variables, which have different measuring scale, into a single model.

Therefore we can use physical scales and financial scales simultaneously in the same model without any transformation process. In this study, price and measurable performance indexes of vehicles are used as input and outputs respectively.

The purpose of this study is to propose an effective approach for evaluating the relative efficiency of vehicles and to determine the vehicles have high performance efficiency compared to product cost.

---

\* 경희대학교 산업공학과

## 1. 서 론

### 1.1 연구배경

우리나라 자동차 산업은 불과 40여년이라는 짧은 기간의 발전과정을 거쳤음에도 불구하고 오늘날 세계적 수준의 기술력을 갖춘 독자모델을 보유한 세계 5위권의 자동차 생산국으로 성장하였다. 아울러 2007년 기준으로 총 408만대를 생산하여 284만대를 수출함으로써 제조업 생산액과 총수출의 상당부분을 차지하는 등 국가기간산업으로서의 지위를 한층 강화하였으며, 2008년에는 총 420만대 생산에 290만대 수출이 예상됨으로써 전체 산업에서 차지하는 비중은 더욱 커질 전망이다(한국자동차공업협회, 2008).

자동차가 우리나라 국민의 일상생활에 미친 영향도 크다. 통계청 자료에 의하면 1988년 1월 자동차 등록대수는 1,636,036대로 4인 가족 기준으로 한 가구당 0.16대를 보유하고 있었으나, 2006년 8월 15,734,124대로 4인 가족 기준으로 한 가구당 1.3대를 보유하고 있는 것으로 나타났다. 이처럼 자동차는 생활과 밀접한 필수품으로 자리 잡고 있다.

이러한 자동차 시장의 환경변화와 대처방안으로 자동차 기술개발과 마케팅 활동의 의사결정에 도움을 주고자 자동차의 효율성 평가분석 하고자 한다.

기존의 효율성 평가 방법들은 회귀분석법, 생산지수법, 비율분석법 등을 사용하였으나, 최근 효율성 측정방법으로 활용이 확대되고 있는 자료포락분석(DEA: Data Envelopment Analysis)이 있다.

DEA는 다수의 투입과 다수의 산출모형에 적용하기 위한 수학적 프로그램의 최적 방법을 통해서 이루어진 비모수적 선형계획방식이다. DEA는 자료집합내의 유사한 투입과 산출관계를 갖는 모든 의사결정단위를 직접적으로 비교할 수 있어 병원, 노인서비스, 교육 등 비영리조직의 효율성을 측정하는 도구로 최근 널리 활용되고 있다.

### 1.2 연구목적

본 연구는 상대적 효율성 분석 방법 중 하나인 DEA를 이용하여 자동차 평가기준의 효율성을 측정하고자 한다. 본 연구의 목적은 DEA를 적용한 평가모형을 제시하여 자동차의 성능제원의 효율성 정도를 상대적으로 평가하여 자동차 연구개발 성능 목표의 기준이 되거나 마케팅 의사결정자의 가격 결정에 도움을 주는 방안에 대해 살펴보고자 한다.

## 2. DEA 모형

### 2.1 Farrell의 효율성 개념

DEA 모형을 이용한 효율성 측정의 기본 모형은 Farrell(1957)이 제시한 효율성 경계

를 기준으로 측정되는 기술 효율성과 배분 효율성에서 찾을 수 있다.

Koopmans(1951)은 전통적 생산함수를 대체하기 위해 파레토 최적의 개념을 기업의 생산활동에 도입하여 생산가능집합(production possibility set)을 정의하였고 이를 통해 다수 산출 상황을 쉽게 다루었으며 비효율적 경영자의 존재를 허용할 수 있게 되었다.

Farrell은 Koopmans의 영향을 받아 기업의 효율성을 그 기업이 효율적 집합에서 떨어져 있는 거리로 측정할 수 있다는 생각을 하고 거리 개념을 기초로 하는 효율성 측정방법을 제시하고 두 가지 투입요소  $x_1$ ,  $x_2$ 와 하나의 산출물을 생산하는 규모수익불변(constant return to scale : CRS)의 조건에 있는 기업을 예로들어 효율성의 개념을 설명하였다.

Farrell의 효율성은 투입공간(input-oriented)과 산출공간(output-oriented)의 두 가지 관점에서 설명할 수 있다. 투입공간의 효율성은 산출량을 1로 고정하여 투입요소의 사용 비율을 중심으로 효율성을 설명하고, 산출공간의 효율성은 투입요소의 사용량을 1로 고정하여 산출량의 비율을 중심으로 효율성을 설명하였다

## 2.2 DEA 모형

DEA 분석의 등장으로 공공기관과 비영리기관의 효율성 평가에 획기적인 변화를 가져왔다. 기존에는 생산성 접근법, 비율분석법 등을 사용하였으나 투입 및 산출요소들을 다수변수로 구성하면서 DEA를 통한 다변수 효율성 평가가 이루어지고 있다. DEA는 다수의 투입·산출요소를 고려하여 변수간의 사전적 가중치를 결정하거나 특정형태의 함수관계를 규정할 필요가 없다. DEA는 일반적으로 생산 가능 집합에 적용되는 몇 가지의 기준 하에서 평가 대상의 경험적인 투입요소와 산출요소 간의 자료를 이용해 경험적 효율성을 비교한 후, 평가 대상의 효율치를 측정하는 비모수적 접근방법이다(손승태, 1993).

DEA 모형은 연구목적에 따라 여러 가지 모형이 있다. 여러 연구에 주로 사용되고 있는 모형으로 Charnes et al(1978)의 CCR 모형과 Banker, Charnes와 Cooper(1984)의 BCC 모형이 대표적이다. CCR 모형은 생산가능집합에 대해 강처분성, 볼록성, 불변규모수익의 가정을 부여하고, BCC 모형은 강처분성, 볼록성, 변동규모수익의 가정을 부여하고 있다.

본 연구 분석에서는 CCR모형을 사용하였다.

### (1) CCR모형

CCR 모형은 모든 DMU의 총괄투입에 대한 총괄산출의 비율이 1을 초과해서는 안되며 각 투입 및 산출요소의 가중치는 0보다 크다는 제약하에 총괄투입과 총괄산출의 비율을 최대화시킬 수 있는 요소의 가중치를 결정하는 모형으로  $n$ 개의 DMU에 대한 가중치를 계산하기 위해서는  $n$ 개의 CCR 비율모형이 필요하며 각각에 대한 최적해를 구해야 한다.  $k$ 번째 DMU의 효율성을 평가하기 위한 CCR 비율모형은 다음과 같다.

$$\text{Maximize } E_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk}}{\sum_{i=1}^m u_{ik} x_{ik}} \quad (1)$$

$$\text{Subject to } E_{kj} = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk}}{\sum_{i=1}^m u_{ik} x_{ik}} \leq 1; \text{ for } j=1, 2, \dots, n$$

$$u_{rk} \geq \epsilon; \text{ for } r=1, 2, \dots, s$$

$$u_{ik} \geq \epsilon; \text{ for } i=1, 2, \dots, m$$

$$y_{rj} = \text{DMU } j \text{의 산출물 } r \text{의 생산량(입력자료)}$$

$$x_{ij} = \text{DMU } j \text{의 투입요소 } i \text{의 투입량(입력자료)}$$

$$u_{rk} = \text{DMU } k \text{의 산출물 } r \text{의 가중치(결정변수)}$$

$$u_{ik} = \text{DMU } k \text{의 투입요소 } i \text{의 가중치(결정변수)}$$

$$n = \text{DMU의 수 } s = \text{산출물종류의 수}$$

$$m = \text{투입요소종류의 수}$$

$$\epsilon = \text{non-medean 상수}$$

식 (1)의 CCR 비율모형은 k번째 DMU의 가중치를 계산하기 위한 모형이다. 목적함수는 DMU k의 가중치를 사용하여 계산한 DMU k 자신의 총괄투입에 대한 총괄산출의 비율  $E_k$ , 즉 DMU k의 효율성을 최대화하는 것이다. 제약조건은 DMU  $E_{kj}$ 의 가중치를 이용하여 계산한 DMU j의 총괄투입에 대한 총괄산출의 비율  $E_{kj}$ 가 1보다 작거나 같음을 의미한다.  $E_{kj}$ 는 DMU k의 가중치와 DMU j의 투입 및 산출요소를 이용하여 계산한 효율성이라는 측면에서 교차효율성(crossefficiency)이라고 부르며 이 제약조건에는 DMU k의 효율성인  $E_{kk}$ 도 제약조건에 포함되어 있다.

DMU k의 효율성  $E_k$ 가 가질 수 있는 가장 큰 값은 1이 되며 DMU k가 효율적인 상태에 있다면  $E_k=1$ 이 되는 것이고  $E_k < 1$ 이면 DMU k가 효율적인 상태에 있지 않음을 의미하는 것이다. CCR 비율모형에서 DMU k의 효율성  $E_k$ 는 투입 및 산출요소의 단위가 변하더라도 달라지지 않기 때문에 DMU k의 효율성  $E_k$ 는 관찰된 투입 및 산출요소의 단위에 독립적이다. CCR 비율모형은 분수계획모형의 형태로 최적해에 0보다 큰 상수를 곱하여도 여전히 최적해가 되는 것을 알 수 있다. CCR 비율모형은 일반적인 선형 계획모형의 형태로 변환할 수 있으며 이를 CCR 승수모형(multiplier model)이라 한다.

$$\begin{aligned}
 E_k &= \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} & (2) \\
 \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} &= 1 \\
 \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0, \text{ for } j = 1, 2, \dots, n \\
 u_r &\geq \epsilon, \text{ for } r = 1, 2, \dots, s \\
 v_i &\geq \epsilon, \text{ for } i = 1, 2, \dots, m
 \end{aligned}$$

식 (2)의 CCR 승수모형을 선형계획법의 쌍대정리(duality theorem)를 사용하면 다음과 같은 CCR 포락모형(envelopment model)으로 변환시킬 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \Theta - \epsilon \sum_{r=1}^s s_r^+ - \epsilon \sum_{i=1}^m s_i^- & & (3) \\
 \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ &= y_{rk} \text{ for } r = 1, 2, \dots, s \\
 \Theta x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- &= 0 \text{ for } i = 1, 2, \dots, m \\
 \lambda_j &\geq 0, \text{ for } j = 1, 2, \dots, n (\text{참조집단들의가중치[잠재가격]}) \\
 s_r^+ &\geq 0, \text{ for } r = 1, 2, \dots, s (\text{초과투입량}) \\
 s_i^- &\geq 0, \text{ for } i = 1, 2, \dots, m (\text{과소산출량})
 \end{aligned}$$

식 (3)의 포락모형은 경제학 문헌에서 논의되는 기술 효율성의 개념 및 그 측정방법과 연관시켜 해석할 수 있다. 경제학 문헌에서는 전통적으로 생산기술을 기술적으로 실행 가능한 투입-산출조합의 집합, 즉 생산가능 집합으로 표현한다. 일반적으로 생산가능 집합에는 볼록성 및 투입, 산출의 자유처분성을 가정한다. 생산가능집합의 경계선에 위치하는 생산조직은 효율적으로 운영되는 조직이고, 생산가능 집합의 내부에 위치하는 생산조직은 비효율성을 가진 조직이 된다.

Farrell은 기술 효율성의 개념을 생산조직의 생산가능 집합내에서 위치와 그 조직을 생산가능 집합의 경계선으로 투영시킨 위치간의 거리를 사용하여 정의하였다. 그러나 실제로 생산가능 집합의 경계선은 알 수 없으며 따라서 관찰치로부터 구축해야 한다. 포락모형은 관찰치로부터 생산가능 집합의 경계선을 구축하고 이를 통해서 기술 효율성을 측정할 수 있도록 해주는 도구로 해석할 수 있다.

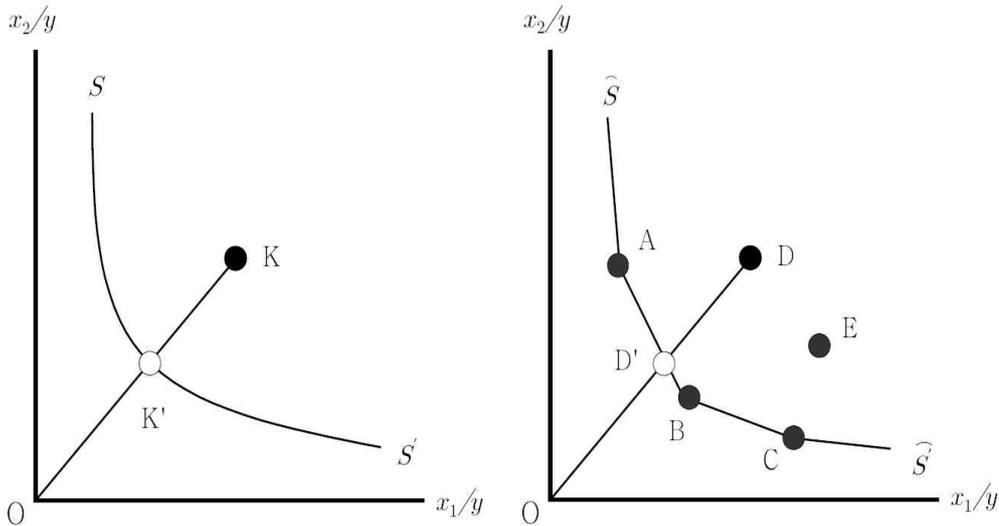
두 종류의 투입요소  $x_1, x_2$ 를 사용해서 산출물  $y$ 를 생산하는 상황에서 Farrell 효율성과 포락모형을 비교해 볼 수 있다. Farrell 효율성은 생산가능집합의 경계선을 알고 있을 때 전제로 하고 있다. <그림 1>에서 곡선 SS'는 생산가능집합의 경계선을 나타내고, 이 곡선의 경계선 밖은 생산가능집합 부분을 나타낸다. 생산조직 K의 Farrell 효율성은

OK'/OK로 정의된다.

현실에서 생산가능집합의 경계선 SS'는 알 수 없으며 관측치로부터 구축하여야 한다.

포락모형은 관측치로부터 생산가능집합의 경계선을 구하고, 특정 생산조직의 효율성을 계산한다.<그림 1>의 우측 SS'는 관측치 A, B, C, D, E 로부터 구축한 생산가능집합의 경계선이다. 생산조직 D의 효율성은 OD'/OD로 계산된다. 생산조직 D의 효율성을 계산하기 위한 포락모형은 식 (4)로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \theta - \epsilon s^+ - \epsilon(s_1^- + s_2^-) & \quad (4) \\ y_A \lambda_A + y_B \lambda_B + y_C \lambda_C + y_D \lambda_D + y_E \lambda_E - s^+ & = y_D \\ \theta x_{1D} - (x_{1A} \lambda_A + x_{1B} \lambda_B + x_{1C} \lambda_C + x_{1D} \lambda_D + x_{1E} \lambda_E) - s_1^- & = 0 \\ \theta x_{2D} - (x_{2A} \lambda_A + x_{2B} \lambda_B + x_{2C} \lambda_C + x_{2D} \lambda_D + x_{2E} \lambda_E) - s_2^- & = 0 \\ s^+, s_1^-, s_2^-, \lambda_A, \lambda_B, \lambda_C, \lambda_D, \lambda_E & \geq 0 \end{aligned}$$



(a) 이론적 기술 효율성 (b) 실증적 기술효율성  
 <그림 1> Farrell 효율성과 포락모형

식 (4)로 계산된  $\theta$ 의 값은 생산조직 D의 효율성, 즉 <그림 1>(b)에 나타낸 OD'/OD의 값이다. 위 식으로부터 계산된  $\lambda_A, \lambda_B, \lambda_C, \lambda_D, \lambda_E$ 의 값은 생산조직 D의 효율성을 개선하는데 사용할 수 있는 관리적 정보를 제공한다. <그림 1>(b)에서 D'는 생산조직 D의 효율성 계산에서 비교 기준의 역할을 하고 있다. D가 D'처럼 운영된다면 생산가능집합의 경계선에 위치하게 되며 효율적인 생산조직이 된다.

D'는 실제로 관찰된 관측치가 아니기 때문에 D'를 참조하여 D의 효율성 개선 전략을 수립하기는 어렵다. 그러나 D'는 A와 B의 선형결합으로 표현되며 따라서 D의 효율성 개선전략 수립에 A와 B를 참조할 수 있다. 생산조직 A와 B를 D의 준거집단이라 한다.

윗 식의 포락모형에서는 A와 B처럼 준거집단을 구성하는 생산조직의  $\lambda$ 값은  $+$ 값으로, 그리고 나머지 생산조직의 값은 0으로 계산된다. 또한 준거집단을 구성하는 생산조직의  $\lambda$ 값의 크기는 효율성 계산에서 해당 생산조직이 어느 정도의 중요도로 고려되었는가를 나타낸다.

### 3. DEA를 이용한 선행연구

DEA를 이용하여 조직의 효율성 측정에 적용한 선행연구와 불확실한 자료를 이용하여 효율성을 측정한 외국의 선행연구를 중심으로 살펴보고자 한다. 먼저, 학교와 병원 등 공공서비스 부분 연구대상을 살펴보면 다음과 같다.

Charnes et al(1980)는 서로 다른 프로그램을 도입하고 있는 두 그룹에 각각 속해 있는 조직들의 상대적 효율성과 프로그램의 효과에 대한 연구를 발표하였다.

DEA를 이용하여 은행 및 기업조직의 효율성 측정한 사례를 살펴보면 다음과 같다.

Sherman & Gold(1985)는 미국의 한 저축은행의 14개 지점을 대상으로 은행들 간의 상대적인 운영효율성을 비교·분석하였다. 은행 산출변수로는 거래 건수를 사용하였는데, 은행의 거래 유형을 17개로 나눈 다음 이를 다시 거래 처리의 복잡성과 지점을 유지하는데 소요되는 자원을 고려하여 4개 유형의 거래로 재분류하여 이를 산출변수로 적용했다. 그리고 투입변수는 노동투입물로 지점당 정규직원의 수를, 자본투입물로 사무실임차료를, 경비로서 지점에서 직접 발생한 총비출 경비를 사용하였다.

Vassiloglou & Giokas(1990)는 그리스아테네 지역의 상업은행 20개 지점을 대상으로 효율성을 분석하였다. 이들이 사용한 투입변수는 직원의 노동시간, 여러 지출비용 중 표준비용에서의 화폐가치, 지점 설치면적, 컴퓨터 터미널 대수 등이다. 산출변수는 Sherman & Gold(1985)이 사용했던 각 지점의 거래건수를 그대로 사용하여 은행 효율성을 분석하였다.

### 4. 자동차 비교분석

#### 4.1 표본자료

자동차 성능제원을 비교분석하기 위하여 2008년 10월 기준으로 브랜드별 1500~1800CC의 모델별로 등록되어 있는 자동차 모델 24개를 선정하였다. 자동차의 성능제원의 자료는 인터넷을 통하여 수집하였다.

#### 4.2 자동차 성능의 측정변수 선택

DEA적용에서의 중요한 선택들은 모델에서 표명될 변수의 정의도 포함한다. 그리고 변수의 선택과 각 변수의 측정에 관한 문제들도 포함한다. DEA의 중요한 속성들은 변

수의 선택과 발생으로써 중요한 함축성을 띤다. 예로서 DEA의 중요한 형태는 자유로운 함수적 형태이다. 이것은 블록성과 선형화의 가정속에서, 생산성 관련의 함수적 형태에 어떠한 제약도 받지 않는다. 생산모형의 강조는 Input집합을 포함하며, 이는 Output집합속에서 공통적, 동시에적으로 전환된다. 그리고 변수는 어떤 구조적 관련성과 매개변수로써 설명하기 위해 필요 없는 모델을 단순히 포함시킴으로써 첨가되어질 수 있다.

Charnes의 의해서 증명된 것처럼 변수는 경제적 자원도 혹은 생산품도 아니며, 단지 DEA의 토대가 되는 생산모델에서 쉽게 포함될 수 있는 생산 공정이나 환경의 특성이다.

DEA는 투입과 산출 간의 효율성을 DMU간의 효율적 비교로 하는 것으로 투입과 산출 간의 관계가 명확히 정의되어야 한다. 자동차 성능의 경우, 투입과 산출을 효율성 측면에서 정의하고 이에 따라 분석을 실시한다. 성능측면에서는 자동차에 투입된 비용에 대비한 성능의 효율성을 분석한다.

자동차 성능의 효율성을 결정하는 항목으로, 투입항목은 가격(Cost)을 기준으로 하여 산출항목 등과의 관계를 살펴보고 분석하기로 했다. 산출항목으로는 공차중량, 연료탱크용량, 총 배기량, 최고출력, 최고토크, 표준연비, 변속기 형태 등 7가지 항목을 사용하였다. 위에서 언급한 측정변수를 도표로 나타내면 <표 1>과 같다.

<표 1> 측정변수

입력	가격
출력	공차중량, 연료 탱크용량, 총 배기량, 최고출력, 최고토크, 표준연비, 변속기 형태

### 4.3 비교분석 결과

자동차 성능제원의 상대적 효율성을 분석하기 위해서는 동일한 수준에 대해서 하는 것이 당연하므로, 각각의 자동차에 대해 참조집합을 설계하였다. 자동차 성능면의 효율성은 자동차 가격을 투입하고, 그 세부 성능항목은 산출로 가정하여 <표 1>의 측정변수를 사용하여 LINDO를 시뮬레이션 하여 평가하였다.

시뮬레이션 결과를 살펴보면, 각 자동차별로 몇 개의 모델만이 상대적으로 가격에 대해 효율적인 것으로 분석되었다. 전체 21개 자동차 모델 중에서 효율적인 모델로 분석된 것은 <표 2>를 보면 M1, M3, M7의 모델이 DEA 평점이 1.0으로 효율적인 것으로 나타났다. 또한 M20은 96.5%, M2는 95.1%, M6은 94.8%, M5는 89.5%, M16은 89.0%, M4는 88.2%, M12는 87.8%, M13은 86.0% 등 21개 모델이 상대적으로 비효율적인 모델로 나타났다. 이중 M20, M2, M6은 효율적인 모델과 비교하여 효율이 크게 떨어지지 않으나, 특히 M17, M19 모델은 다른 모델들에 비해 상당히 비효율적인 모델로 나타났다.

&lt;표 2&gt; DEA의 효율성 지표

Model	DEA 평점	참조집단
M1	1.000	1, 2, 6, 7
M2	0.951	1, 2, 3, 6, 7, 20
M3	1.000	1, 2, 3, 6, 7, 20
M4	0.882	1, 7
M5	0.895	1, 7
M6	0.948	1, 2, 6, 7, 20
M7	1.000	1, 2, 6
M8	0.828	2, 7, 20
M9	0.850	2, 7, 20
M10	0.843	1, 2, 6, 7, 20
M11	0.846	2, 7, 20
M12	0.878	1, 2, 3, 6, 7, 20
M13	0.860	2, 7, 20
M14	0.735	2, 7, 20
M15	0.837	2, 7, 20
M16	0.890	1, 2, 6, 7, 20
M17	0.353	1, 2, 3, 6, 20
M18	0.760	1, 2, 3, 6, 7, 20
M19	0.693	1, 2, 3, 6, 7, 20
M20	0.965	1, 2, 3, 6, 7, 20
M21	0.761	2, 7, 20
M22	0.795	1, 7
M23	0.801	1, 2, 3, 6, 7, 20
M24	0.835	1, 2, 3, 6, 7, 20

효율적인 모델로 판명되어 상대적 효율성 분석에 참조집합으로는 1, 2, 3, 6, 7, 20이 모델의 상대적 효율성 분석의 참조집합으로 사용되었다. 이러한 참조집합의 사용횟수의 차이는 모델별로 차별화되지 못한 기능을 가지고 있음에도 불구하고 가격이 상대적으로 비싸다는 점에서 성능이 낮은 효율성을 보이고 있는 것이다. 또한 참조집합으로 사용된 모델은 저가격이며 성능이 높게 나타난다는 것을 알 수 있다. 이것은 가격과 성능이 적절하게 되어 있다고 볼 수 있다.

이러한 결과와 같이 의사결정자들은 참조집합에 대해 성능항목 등을 비교하여 연구개발의 목표로서 사용하거나 가격 설정에 있어서 적절한 것을 선택하여야 한다.

## 5. 결론

### 5.1 연구의 요약 및 시사점

DEA는 측정단위가 상이한 여러 가지 투입요소 및 산출물을 동시에 사용할 수 있어, 물량적인 자료를 재무적인 자료와 동시에 사용할 수 있는 장점이 있다. 과거의 연구들이

측정단위가 다른 경우 동일한 단위를 가진 항목에 관해서 비율분석 등 단편적인 평가를 실시하였지만, DEA에서는 측정단위가 상이한 산출 변수도 동시에 사용하여 효율성을 측정할 수 있다. 이러한 효율성 값이 비율분석과 지수법과 비교되는 과정에서 비율분석이나 지수법에서 제공하기 어려운 전반적인 효율성 값, 비효율적인 요소, 비효율적인 정도 등에 정보를 제공해 줌으로써 성능을 결정하는 요소를 판별해 낼 수 있다.

본 연구는 자동차 성능제원의 효율성을 평가하기 위해 DEA를 도입하여 다양한 성능들을 복합적으로 비교분석하였다. 자동차 성능제원과 가격만을 측정해서 분석하여 DEA 효율성 평가지표를 나타내었다. 이 결과는 자동차 회사의 브랜드 가치, 자동차 성능의 신뢰성 등은 고려하지 않은 측면이 있다. 하지만 성능을 평가하는 항목의 경우에는 항목 간의 척도가 다르지만 DEA의 성질을 이용하여 통합하였으므로 기법의 속성을 충분히 이용한 것이라 판단된다.

## 5.2 향후방향

본 연구는 자동차 성능의 효율성을 DEA모형을 사용하여 상대적으로 비교·평가한 것으로 DEA 모형을 사용한 연구이므로 DEA 모형 자체가 가지는 한계점을 벗어날 수 있다.

첫째, DEA를 적용했을 때의 모형자체에 기인한 한계점이다. DEA는 다른 유사한 단위와 비교하여 상대적으로 비효율적인 단위들을 찾아낼 뿐 여러 DMU의 순위를 결정할 수는 없으며 상대적 평가모형이므로 그 효율성 값이 1이라 하더라도 개선의 여지가 없는 것은 아니다. 따라서 이 모형은 다른 평가방법과 상호보완적으로 사용되어야 한다고 판단된다.

둘째, DEA는 상대적으로 비효율적 단위를 정확하게 찾아낼 수 있으나 모든 비효율적 단위들을 반드시 찾아낸다고 할 수 없다. 사실상 DEA로 평가되어지는 모든 단위들이 비효율성을 갖고 있을 수도 있으나, DEA는 참조집합내에 있는 효율적 단위와 비교해서 비효율적 단위들을 찾아내는 것이다.

셋째, DEA 모형은 사용요소에 따라 그 결과가 다르게 나타날 수 있다. 본 연구에서는 요소 선정의 타당성을 높이기 위해서 선행 연구들을 검토하여 알맞은 요소를 선정하였지만 향후에는 효과적인 투입요소를 삽입하여 최적의 투입 및 산출변수 선정에 관한 연구가 추가적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다.

## 6. 참 고 문 헌

- [1] 김성호, 최태성, 이동원(2007), 효율성 분석, 서울경제경영.
- [2] 손승태(1993), 국내은행의 경영효율성 비교분석, 한국개발연구원.
- [3] 한국의 자동차산업 2008(2008), 한국자동차공업협회, 자동차 회보, 각호.
- [4] Banker. R. D, A. Charnes, W. W. Cooper and A P Schinnar(1984), A BiExtremal Principle for Frontier Estimation and Efficiency Evaluations, Management Science, Vol 27, No.12, pp. 1370-1382.
- [5] Charnes A., W. W. Cooper, and E. Rhodes(1978), Measuring the Efficiency of Decision Making Units , European Journal of Operational Research, Vol.2, pp. 429-444.
- [6] Charnes. A. W, W. Cooper, A. Lewin, R. Mory and J. Rousseau(1980), Efficiency Analysis with Non-Discretionary Resources, Research Report 379, Austin Texas Center for Cybernetic Research, University of Texas at Austin.
- [7] Farrell, M. J(1957), The Measurement of Productive Efficiency, Journal of the Royal Statistical Society, Series A, General, Vol. 120, NO.3, pp. 253-281.
- [8] Koopmans, TjallingC(1951), Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities, In Activity Analysis of Production and Allocation, Koopmans, TjallingC. ed. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- [9] Sherman, H. D., F. Gold(1985), Bank Branch Operating Efficiency: Evaluation with Data Envelopment Analysis, Journal of Banking and Finance.
- [10] Sherman, H. David(1984), Improving the Product ivity of ServiceBusinesses. Sloan Management Review, pp. 11-23.
- [11] Vassiloglou, M. and Giokas, D(1990), A Study of the Relative Efficiency of Bank Branches: An Application of Data Envelopment Analysis , Journal of the Operational Research Society, Vol.41, No.7.