

DEA 모형을 이용한 국내 화물자동차운송업체의 상대적 효율성 분석

Efficiency Analysis for Korean Trucking Companies based on the Data Envelopment Analysis(DEA)

최종열*, 박제현**

부산대학교 경영대학 교수*, 부산대학교 경영학과 대학원**

Jong-Yeol Choi(jychoi@puasn.ac.kr)*, Je-Hun Park(wpgjs1738@puasn.ac.kr)**

요약

최근 물류환경의 급속한 변화로 인해 기존의 물류시스템과 운송도구들 또한 급속히 변화하는 추세이다. 내륙운송의 대부분을 담당하는 화물자동차운송업의 효율적인 운영과 경쟁력을 강화하기 위해 정확한 효율성 분석이 필수적이다. 이를 위해 본 논문에서는 DEA 모형을 이용하여 화물자동차운송업체의 효율성을 분석하였다.

DEA 모형 중에서 CCR 모형과 BCC 모형을 사용하였다. 분석에 선정된 42개 화물자동차운송업체들의 효율성(CCR, BCC, 기업규모)과 규모수익성(RTS)을 분석하고 효율성의 투입-산출변수의 영향을 분석하고 또한 분석된 자료를 바탕으로 벤치마킹의 대상이 될 수 있는 화물자동차운송업체를 제시하였다.

분석 결과 CCR효율성이 1인 업체는 7개로 나타나고 BCC효율성인 1인 업체는 17개로 나타났다. 규모수익성은 IRS가 24개, DRS가 7개, CRS가 11개로 나왔다. IRS로 나온 화물운송업체는 비교적 규모가 작았으며 DRS로 나온 화물운송업체는 대부분 규모가 큰 업체였다. IRS로 나온 규모가 작은 업체들은 규모의 증가를 통해 수익성을 향상시킬 수 있고, DRS로 나온 규모가 큰 업체들은 규모의 감광화를 통해 수익성을 향상시킬 수 있을 것이다. Backward Stepwise를 통한 투입-산출변수 영향력 평가를 통해 총자본의 감소와 매출액 증대를 통해 화물자동차운송업체의 효율성을 개선할 수 있음을 알 수 있었다.

■ 중심어 : | DEA | 화물자동차운송 | 효율성 | 변수영향력 |

Abstract

Logistic system and methods of the transportation have been changed rapidly by the variety of the logistics environment. It is necessary to analyze the efficiency of Korean trucking companies for enhancing the competitive power and operating.

This paper will describe the analysis of the efficiency of the trucking companies with DEA models. By the CCR and the BCC models, which are in parts of DEA model, the efficiency and RTS(Return To Scale) of forty two selected trucking companies were studied. It was also analyzed how the study the input-output variables were effected. And then, some of the forty two trucking companies were shown as the benchmark.

As the result of analysis on the two models, seven companies won the score '1' on CCR model and seventeen companies on BCC model. Moreover, this study showed that reducing the total asset out of input variables, and raising the sales profit out of the output variables played a main role to increase the efficiency of the trucking companies highly.

■ keyword : | DEA | Trucking Company | Efficiency |

* 본 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음

접수번호 : #100906-001

접수일자 : 2010년 09월 06일

심사완료일 : 2010년 12월 22일

교신저자 : 박제현, e-mail : wpgjs1738@naver.com

1. 서론

화물자동차운송은 차량을 수단으로 하여 이루어지는 도로에서의 재화의 운송을 말한다. 즉, 도로에서 차량을 이용하여 재화의 장소적·공간적 이동을 목적으로 하는 운송서비스의 생산 활동을 의미하며, 화물자동차운송업은 차량이라는 고정적 생산 설비를 이용하여 차량의 장소적 이동에 따라 운송 서비스를 생산하고, 이 운송 서비스를 수요자에게 제공하여 그 반대급부로서 운임을 획득하는 상행위라 할 수 있다.

화물자동차운송업은 빠르고 신뢰성 높은 서비스를 제공할 수 있으며, 효율적인 차량운송을 통해 운송의 각 분야에서 큰 효율성을 확보할 수 있다. 또한 화물자동차운송은 매우 유동적이고 융통성을 가지고 있는데 이 유동성에 의해 거의 모든 시점과 종점사이에 지점간 서비스를 제공한다. 화물자동차운송업은 어떤 운송수단보다도 넓은 시장 확보를 가지게 되었고 어떠한 거리나 다양한 크기와 무게의 제품을 운송할 수 있는 뛰어난 융통성을 가지게 되었다.

운송설비의 변형을 필요로 하는 제품을 포함, 어떤 제품도 차량에 의해 운송될 수 있음이 화물자동차운송의 중요한 기능이자 역할이 되었다. 한국교통연구원(2005년)에 따르면 화물자동차, 철도, 연안해운, 항공 등의 운송수단을 이용함으로써 발생하는 화물 운송비[1]는 물류비(운송비, 재고관리유지비, 포장비, 하역비, 물류정보비, 일반관리비)중에서 76.2%로 가장 큰 비중을 차지하며, 이러한 운송비의 약 76.5%는 화물자동차에 의한 화물운송으로 발생하는 화물자동차운송비이다. 이렇듯 화물자동차운송의 고비용-저효율을 개선하기 위해 상대적 효율성 평가를 통한 벤치마킹이 필요할 것이다.

본 연구의 목적은 현재 효율성 평가에 널리 이용되고 있는 DEA(Data Envelopment Analysis)의 다양한 모형들의 유용성을 확인하는데 있으며, 이를 위해 DEA 모형을 우리나라의 화물자동차운송업체에 적용한다. 특히 본 연구에서는 DEA의 모형을 통해 슬랙값과 투자값, 기업규모에 따라 분류된 그룹의 효율성 분석, 각 DMU(Decision Making Unit)들의 순위를 알아 보기 위

한 Super-Efficiency모형과 투입-산출 핵심 변수를 찾을 수 있는 Backward Stepwise를 도입한다.

현재 화물자동차운송업의 효율성을 평가한 선행연구로는 두 가지를 들 수 있다. 권오경, 곽수환[2]의 화물자동차 수 배송 활동의 운행효율성 분석과 민승기[3]의 구역화물운송업과 노선화물운송업의 효율성 특징 비교에 대한 연구가 있다.

권오경, 곽수환 연구는 화물자동차 운행효율성 분석했다. 이를 위해 1일 운송 톤, 1일 통행 수, 적재통행 수, 공차통행 수, 1일 운행거리, 적재운행거리, 공차운행거리, 1일 운행시간, 적재운행시간, 공차운행시간, 적재 통행율, 공차 통행율, 적재 거리율, 공차 거리율, 적재 시간을, 공차시간율과 같은 지표를 사용했다. 단일집하-단일배송, 단일집하-다중배송, 다중집하-단일배송에 따른 운행유형별 효율성 분석과 자가용, 구역화물, 특수 화물, 개별화물과 같은 업종별 운행효율성과 1톤 이하, 3톤 미만, 5톤 미만, 8톤 미만, 8톤 이상과 같은 적재능력별 운행효율성 분석을 하였다.

민승기의 연구는 비용함수를 이용하여 구역화물운송업체와 노선화물업체에 대해 보유차량 규모별로 기술적 및 규모의 비효율성, 기업의 동기결여로 인해 생산 최대화에 한계를 나타내는 X-비효율성을 측정하여 비교했다. 그리고 구역화물운송업체와 노선화물운송업체의 기술적 비효율성이 도로와 화물터미널과 같은 준고정요소와 어떠한 관계를 갖고 있는 지를 파악함으로써 구역화물운송업과 노선화물운송업의 효율성이 어떠한 형태로 나타나는지를 분석하였다. 연구에서 투입물의 효율성 측정을 위해 기술적 비효율성(일정량의 생산요소를 투입하여 얼마만큼 많은 생산물을 얻을 수 있는가를 의미)이 매년 동일하다고 가정한 경우와 그렇지 않다고 가정한 경우로 나누었는데 전자의 경우 Schmidt와 Sickles[4]를 기준으로 추정방법은 GLS(Generalized Least Squares), Within, MLE(Maximum Likelihood estimate)를 사용하였고 후자는 Cornwell, Schmidt와 Sickles[5]를 기준으로 추정방법은 GLS, Within을 사용하였다. 산출물의 비효율성을 측정하기 위해 Berger[6]가 제시한 방법으로 규모의 효율성을 측정하였고 X-비효율성은 업체 내에서 동기결여로 인해 업체가 생산최

대화에 한계를 나타내는 것이라고 하여, 비효율성의 존재를 시장왜곡이나 시장가격의 불완전성보다는 동기요소에 기인하는 것으로 보고 X-비효율성을 배분적 비효율성(생산주체가 여러 생산요소를 어떤 생산과정에 투입할 때, 그 생산요소들을 최소비용조건에 맞게 결합하여 투입하는지 여부에 개념)과 기술적 비효율성 양자를 모두 포함하는 개념으로 인식하여 효율성을 평가하였다.

앞에서 보았듯이 기존의 연구는 화물자동차운송 산업 전체에 대해 부분적인 운영효율성을 평가하거나 모수적인 기법을 이용해 산업의 일부분만을 평가해왔다. 전체적인 화물자동차운송업체간의 효율성을 분석한 연구는 국내에서는 찾아보기가 어렵다. 따라서 본 연구에서는 비모수적인 접근방법인 DEA모형을 이용해 국내 화물자동차운송업체의 상대적 효율성 분석을 하고자 한다.

II. DEA모형

본 연구에서는 국내 화물자동차운송업체의 효율성 분석을 위해서 DEA 모형들 중 CCR(Charnes-Cooper-Rhodes), BCC(Banker-Charns-Cooper), Super-Efficiency 모형을 사용하고 투입-산출변수의 영향력을 알아본다. DEA 모형의 목표 중 하나는 비효율적인 DMU(Decision Making Unit)의 효율성 개선을 위하여 벤치마킹 대상을 찾는 데 있다. 이를 위한 평가기준은 기본적으로 투입중심(Input-Oriented) 모형과 산출중심(Output-Oriented) 모형 그리고 투입/산출중심 모형으로 나눌 수 있다. 투입중심 모형은 적어도 현재 산출물 수준을 유지하면서 투입물의 수준을 최소화하는데 목적이 있다. 반면에 산출중심 모형은 적어도 현재의 투입물 수준을 유지하면서 산출물의 수준을 최대화하는데 있다. 한편 투입/산출중심 모형은 투입물의 최소화과 산출물의 최대화를 동시에 추구한다[7]. 화물자동차운송업의 경우에는 산출물에 비해 종업원, 고정자산, 총자본 같은 투입물을 개선하는 것이 효율성을 개선하기에 용이할 것이다. 따라서 본 논문에서는 투입중심 모형을 사용한다.

1. CCR모형

DEA 모형들 중에서 Charnes 등[8]이 최초로 개발한 것을 CCR 모형이라 부른다. CCR 모형은 규모수익성(Return To Scale: RTS)이 일정하다고 가정하고 투입중심 CCR 모형은 다음과 같이 선형계획모형으로 정식화할 수 있다.

$$\begin{aligned} \min \quad & \theta \\ \text{제약식} \quad & \theta x_o - \lambda X \geq 0 \\ & y_o - Y\lambda \leq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

여기서, θ : DMU_o의 투입물 승수

x_o, y_o : DMU_o의 투입물과 산출물 벡터

X, Y : 전체 DMU들의 투입물과 산출물 행렬

λ : 가중치 벡터

위 모형에서 투입물 승수 θ 는 1 이하의 값을 가지며, 이를 DMU_o의 CCR 효율성이라 한다. 만약 CCR 효율성 값이 1이면 DMU_o가 효율적인 것으로 평가되고, 그 값이 1보다 작으면 DMU_o가 비효율적인 것으로 평가된다. 어떤 DMU가 비효율적인 경우에는 이보다 효율적인 가상적 DMU가 존재하고, 이것은 $\lambda_j^* > 0$ 인 DMU들(참조집합이라 부름)의 선형결합(Linear Combination)으로 구성된다.

2. BCC모형

DEA연구의 초기부터 CCR 모형의 대안으로서 다양한 확장모형이 개발되었으며, 그 중 Banker 등[9]이 개발한 BCC 모형이 대표적이다. BCC에서 효율적 프론티어는 주어진 DMU들의 볼록집합(Convex Hull)으로 구성되므로 규모수익성이 변동한다고 본다. 투입중심 BCC 모형은 다음과 같이 선형계획모형으로 정식화할 수 있고 e는 1로만 이루어진 벡터이다.

$$\begin{aligned} \min \quad & \eta \\ \text{제약식} \quad & \eta x_o - X\lambda \geq 0 \\ & y_o - Y\lambda \leq 0 \\ & e\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

여기서, η : DMU_o의 투입물 승수
 x_o, y_o : DMU_o의 투입물과 산출물 벡터
 X, Y : 전체 DMU들의 투입물과 산출물 행렬
 λ : 가중치 벡터

여기서 η 는 1 이하의 값을 가지며, 이를 DMU_o의 BCC 효율성이라 한다. CCR 모형과의 차이는 각 DMU에 대한 참조집합 λ 의 크기를 1로 제한하는 볼록성(convexity) 조건에 의해 발생됨을 알 수 있다. 즉, $e\lambda = 1$ 이라는 제약 조건을 추가함으로써 규모 수익성의 증가(Increasing Return to Scale: IRS)·일정(Constant Return to Scale: CRS)·감소(Decreasing Return to Scale: DRS) 상태를 모두 포괄한다.

3. 규모효율성

DMU의 CCR 효율성과 BCC 효율성을 각각 θ_{CCR}^* , θ_{BCC}^* 라고 할 때, 규모 효율성[10]은 다음과 같다.

$$SE = \frac{\theta_{CCR}^*}{\theta_{BCC}^*}$$

CCR 효율성은 BCC 효율성보다 작거나 같기 때문에 규모 효율성은 1보다 작거나 같다. CCR 효율성은 규모의 효과를 고려하지 않기 때문에 기술 효율성(Technical Efficiency: TE)이라 하고 BCC 효율성은 규모수익성가변(Variable Return to Scale)을 가정하기 때문에 순수 기술 효율성(Pure Technical Efficiency: PTE)이라 한다. 이러한 개념을 이용하여 효율성을 분해하면 다음과 같다.

$$\text{기술효율성(TE)} = \text{순수기술효율성(PTE)} \times \text{규모효율성(SE)}$$

율성(SE)

이러한 분해는 비효율성의 원인이 비효율적인 운영에 의한 것인지 규모로 인한 불리한 상황에 의한 것인지 혹은 둘 다에 의한 것인지를 보여준다.

4. Super-Efficiency 모형

DEA 모형들 중에서 Super-Efficiency 모형은 효율적인 DMU들간의 순위를 매기기 위해 Anderson과 Petersen[11]이 최초로 개발한 모형이다. 기존의 모형과는 달리 DMU_o를 평가할 때 참조집합에서 DMU_o를 제외시켜 효율성을 계산한다. 따라서 효율적인 DMU는 효율성 값이 1 이상을 가지게 되며 이들 간의 효율성의 정도를 비교할 수 있다. 예를 들어 <그림 1>에서 보는 바와 같이 두 종류의 투입물(x1, x2)과 한 종류의 산출물(y)을 사용하는 네 개의 동질적인 DMU A, B, C, D가 있다고 하자. 이 때 CCR 모형의 효율적 프론티어 선은 A, B, C, D로 구성되며 이 때 B의 Super-Efficiency는 OP/OB가 되므로 효율성 값이 1 이상이 된다.

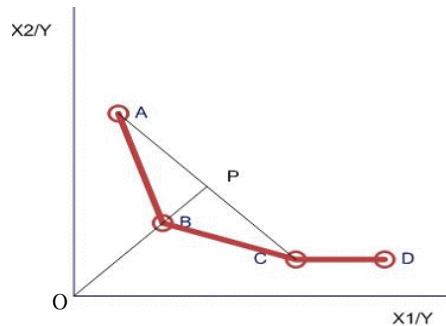


그림 1. Super-Efficiency의 예제

본 연구에서 사용할 CCR, BCC Super-Efficiency는 다음과 같이 정식화할 수 있다.

(Super-Efficiency CCR)

$$\begin{aligned} \min \quad & \theta_S \\ \text{제약식} \quad & \theta_S x_o - \sum_{j=1, \neq o}^n \lambda_j x_j \geq 0 \end{aligned}$$

$$y_o - \sum_{j=1, \neq o}^n \lambda_j y_j \leq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

(Super-Efficiency BCC)

$$\min \quad \eta_S$$

제약식 $\eta_S x_o - \sum_{j=1, \neq o}^n \lambda_j x_j \geq 0$

$$y_o - \sum_{j=1, \neq o}^n \lambda_j y_j \leq 0$$

$$\sum_{j \neq o} \lambda_j = 0$$

$$\lambda \geq 0$$

여기서 θ_S, η_S 는 각각 CCR, BCC Super-Efficiency를 의미하며, 비음 값을 가진다. 이를 DMU_o의 Super-Efficiency라 한다.

5. Backward Stepwise를 이용한 투입-산출변수의 영향력 분석

5.1 Backward Stepwise 모델링

Wagner와 Shimshak[12]의 연구에서 사용된 DEA모형의 투입-산출변수의 영향력 분석을 위한 Backward Stepwise방법은 DEA모형에서 모든 가능한 투입물변수와 산출물변수를 고려하여 각 단계에서 DMU들의 효율성 값에 가장 영향력이 작은 변수들을 차례대로 제거하면서 최종적으로 DMU들의 효율성에 가장 큰 영향을 미치는 한 개의 투입물변수와 한 개의 산출물변수를 도출해 내는 방법이다. 이러한 Backward Stepwise방법은 투입-산출변수의 선정과 관련된 적용의 의미를 더욱 명확히 파악할 수 있게 해준다.

5.2 Backward Stepwise 절차

앞 절에서 살펴본 Backward Stepwise분석을 위한 절차를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 시작단계에서는 투입물변수 $j = 1, \dots, J$ 와 산출물변수 $k = 1, \dots, K$ 의 집합을 가지고 있다고 가정

하고 J 개의 투입물변수들과 K 개의 산출물변수들의 모든 집합들을 포함해서 DEA분석을 실행하고 각 DMU들의 효율성값을 집합 E^* 이라 기록하자.

둘째, Step 1단계에서는 $i = 1, \dots, J+K$ 집합에 대한 DEA분석을 실행하고 한 개의 투입물변수를 제거하고 DEA분석을 실행한 후, 다시 한 개의 산출물변수를 제거하고 DEA분석을 실행한다. 각 분석에 대해 각 DMU(집합 $E_{1,i}$)에 대한 효율성 값을 기록하고 각 DMU에 대해 각각의 효율성 값의 차이 ($E^* - E_{1,i}$)를 기록하고 i 차이의 집합에 대해 효율성 값의 평균적인 차이를 계산한다. 앞에서의 효율성 값의 최소평균차이를 갖는 변수를 선정함으로써 제거될 한 개의 투입물변수 혹은 한 개의 산출물변수를 선정하고 적어도 단 한 개의 투입물변수와 산출물변수가 분석에 남아야 한다. 만약 모형이 단 한 개의 투입물변수 혹은 산출물변수만이 남게 되면, 이 한 개의 변수는 제거할 수 없으며, 상기의 선정절차에 근거하여 다른 변수가 반드시 고려되어야만 한다. 제거되기 위해 선정된 변수를 위해, DEA결과를 E_1^* 이라 표시하고 E_1^* 은 남은 투입물과 산출물변수들에 대한 DMU들의 효율성 값에 토대를 둔다.

셋째, Step n+1단계에서는 $i = 1, \dots, J+K-n$ DEA분석의 집합을 측정하는 것에 의해 각 단계를 반복한다. 남아있는 $J+K-n$ 투입물변수와 산출물변수와 함께, 측정결과인 $E_{n+1,i}$ 와 E_n^* (전 단계로부터의 효율성 값)을 비교하고 효율성 값에서의 최소평균차이에 근거하여 제거할 변수를 선정한다.

넷째, Stop 단계에서는 모형 내에 단 한 개의 투입물변수와 산출물변수가 남게 되었을 때 방법은 종료한다. 효율성 값에서 변화의 크기가 미리 결정된 수준에 도달했을 때 위 절차는 초기 단계에서도 스톱될 수 있는 규칙을 포함시키는 것도 가능하다. 효율성 값에서의 평균의 차이가 어떤 최대 수준을 초과할 때나 어떤 효율성 값에서 변화가 어떤 최대수준을 초과할 때나 효율적인 DMU의 숫자가 어떤 최소 숫자 아래로 감소할 때 등과 같은 규칙을 대안적으로 생각해 볼 수 있다.

III. 국내 화물자동차운송업체의 효율성 분석

1. 투입변수와 산출변수의 선정 및 자료수집

1.1 투입변수와 산출변수의 선정

지금까지 DEA 모형을 화물자동차운송업체에 적용시킨 사례가 없으므로 화물자동차업체와 같이 고정자산과 총자본 비율이 높은 운송 산업과 운송관련 산업, 고정자산이 많이 투입되는 산업을 대상으로 한 선행 연구의 투입, 산출변수를 살펴보면 다음과 같다. 이형석, 김기석의 철강 산업 연구[13]에서는 투입변수로 종업원 수, 고정자산 및 총자본을 산출변수로 당기순이익과 매출액을 사용하였다. 문승의 자동차산업 연구[14]에서는 투입변수로 자본금, 고정자산 및 종업원 수를 산출변수로 당기순이익, 매출액을 사용하였다. 이형석, 김기석의 해운운송 산업 연구[15]에서는 투입변수로 종업원 수, 고정자산 및 총자본을 산출변수로 매출액, 영업이익 및 당기순이익을 사용하였다. 김종기, 강다연[16]의 해운물류 연구에서는 투입변수로 자산, 자본 및 직원 수를 산출변수로 매출액, 영업이익 및 당기순이익을 사용하였다. Martin and Roman의 항공산업 연구[17]에서는 투입변수로 노동비, 자본 및 원료비를 산출변수로 항공운항 횟수, 승객 수 및 화물무게 톤수를 사용하였다. 선행연구의 변수를 요약하면 [표 1]과 같다.

표 1. DEA모형에 관한 선행연구의 변수자료

연구자	업종	투입변수	산출변수
이형석, 김기석	철강산업	종업원수, 고정자산, 총자본	당기순이익, 매출액
문승	자동차산업	자본금, 고정자산, 종업원수	당기순이익, 매출액
이형석, 김기석	해운산업	종업원수, 고정자산, 총자본	매출액, 영업이익, 당기순이익
김종기, 강다연	해운물류	자산, 자본, 직원수	매출액, 영업이익, 당기순이익
Martin and Roman	항공산업	노동비, 자본, 원료비	항공운항횟수, 승객수, 화물무게톤수

본 연구에서는 화물자동차운송업체의 효율성을 분석

하기 위한 투입변수로 총자본, 종업원 수, 고정자산을 선정하고 산출변수로 매출액, 당기순이익을 [표 2]와 같이 선정하였다.

표 2. 효율성 분석을 위한 투입-산출 변수

투입 변수	산출 변수
총 자본	매출액
종업원 수	당기순이익
고정자산	

노동력을 많이 필요로 하는 화물자동차운송업의 특성을 반영하기 위해 종업원 수를 투입변수로 선택했다. 화물자동차운송업의 경우 주 자산인 차량운반구와 토지, 건물과 같은 고정자산이 큰 비중을 차지하고 있으므로 고정자산을 투입변수로 선정했다. 또한 자본이 많이 필요한 화물자동차운송업의 특성상 자기자본과 타인자본을 합한 총자본을 투입변수로 선정하였다.

산출변수로는 매출액과 당기순이익을 사용했다. 화물자동차운송업체의 서비스 판매 성과를 측정하기 위하여 매출액을 사용하였고, 한 기간 동안 발생한 기업의 경영성과인 당기순이익을 사용하였다.

1.2 자료수집

한국신용평가정보(주)의 www.kisvalue.com[18]에서 우리나라 화물자동차운송업체의 2008년 재무제표 자료를 모두 수집했으며 완전한 자료가 있는 42개 업체의 자료를 분석자료로 사용하였다. 이 자료를 활용하여 CCR-I, BCC-I 모형, 투입중심 규모효율성, Super-Efficiency, Backward Stepwise를 이용한 변수의 영향력 평가를 하였으며, 투입산출 변수의 기술통계량은 [표 3]와 같다. 종업원 수의 단위는 명이고 총자본, 고정자산, 매출액, 당기순이익의 단위는 백만 원이고 이 표로부터 분석 대상 화물자동차 운송업체들이 투입물과 산출물의 규모에 있어 상당한 차이가 있음을 알 수 있다.

표 3. 2008년 화물자동차운송업체의 투입·산출변수의 기술통계량

	총자본	종업원	고정 자산	매출액	당기순 이익
최대값	152,224	1006	348,005	63,050	7,788
최소값	884	7	746	2,460	-6,304
평균	24,645	199,262	37,258	83,790	1,244
표준편차	33,955	231,551	59,320	126,243	2,807

2. DEA분석결과

본 연구에서는 국내 화물자동차운송업체들의 상대적 효율성을 분석하기 위해 Cooper등이 제공한 DEA-SOLVER를 이용하여 분석하였다.

2.1 CCR-I, BCC-I Super-Efficiency, 규모효율성 분석

1) 효율성 순위와 규모수익성

본 연구에서는 국내 화물자동차운송업체들의 효율성 분석을 하기 위해 DEA모형들 중 CCR-I모형과 BCC-I모형을 사용하고 효율적인 업체들 간의 순위를 알아보기 위해 SUPER-CCR-I모형과 SUPER-BCC-I모형을 사용하였다. 앞 절에서 설명한대로 수집된 42개 화물자동차운송업체들의 자료들을 사용하여 2008년도 효율성 값과 순위, 규모수익성(RTS)를 구한 결과는 [표 4]과 같다. [표 4]의 약어의 전체이름의 참고사항을 표 맨 아래에 포함하고 있다.

표 4. 2008년 국내 화물자동차운송업체의 효율성

화물자동차운송업체 (DMU)	CCR	순위	BCC	순위	규모 효율성	RTS
삼익물류(주)	1	1	1	2	1	CRS
조양운수(주)	1	2	1	3	1	CRS
마스타자동차관리(주)	1	3	1	4	1	CRS
(주)농협물류	1	4	1	13	1	CRS
(주)엔큐산업	1	5	1	5	1	CRS
하이비즈니스로지스틱스(주)	1	6	1	14	1	CRS
(주)천경	1	7	1	1	1	CRS
(주)신영기업	0.995	8	1	14	0.995	DRS
(주)한익스프레스	0.995	9	1	10	0.995	IRS
한국통운(주)	0.986	10	1	12	0.986	IRS
엠엔엠통운(주)	0.953	11	1	6	0.953	DRS
엑스후레쉬물류(주)	0.831	12	0.978	19	0.849	CRS
(주)글로벌	0.82	13	1	7	0.82	IRS

(주)세양물류	0.729	14	0.793	22	0.92	IRS
명일물류(주)	0.665	15	1	8	0.665	DRS
선진통운(주)	0.622	16	0.856	21	0.726	IRS
(주)국동티엘에스	0.593	17	0.745	23	0.796	IRS
(주)유성티엔에스	0.549	18	1	14	0.549	DRS
(주)인터지스	0.532	19	1	14	0.532	DRS
씨제이지엘에스(주)	0.493	20	1	14	0.493	DRS
(주)동특	0.468	21	0.664	25	0.705	IRS
(주)아신	0.456	22	0.729	24	0.625	IRS
(주)브링스코리아	0.433	23	0.461	32	0.939	CRS
삼우에프앤지(주)	0.428	24	0.553	28	0.773	IRS
천일정기화물자동차(주)	0.426	25	0.428	34	0.995	IRS
(주)삼일	0.423	26	0.467	31	0.907	IRS
성암산업(주)	0.377	27	0.588	27	0.642	CRS
(주)디티씨	0.376	28	0.537	29	0.7	IRS
(주)동방	0.371	29	0.638	26	0.582	DRS
오뚜기물류서비스(주)	0.333	30	0.34	39	0.979	CRS
문성국제물류(주)	0.315	31	1	9	0.315	IRS
(주)재능유통	0.305	32	0.372	37	0.82	IRS
(주)한중	0.268	33	0.399	36	0.673	IRS
대경티엘에스(주)	0.245	34	0.432	33	0.568	IRS
용마로지스(주)	0.226	35	0.266	42	0.85	IRS
공성운수(주)	0.219	36	0.927	20	0.236	IRS
영일기업(주)	0.214	37	0.324	40	0.662	IRS
(주)비티엑스코리아	0.139	38	0.424	35	0.328	IRS
(주)날개물류	0.138	39	0.518	30	0.267	IRS
대신정기화물자동차(주)	0.099	40	0.323	41	0.305	IRS
중앙기업(주)	0.084	41	0.371	38	0.227	IRS
두로로지텍(주)	0.069	42	1	11	0.069	IRS
RTS: Return to scale						
CRS: Constant Return to Scale						
IRS: Increasing Return to Scale						
DRS: Decreasing Return to Scale						

[표 4]에서 보는 바와 같이 2008년도 CCR효율성이 1인 업체들은 모두 7개로 나타났고 BCC효율성에서는 18개로 나타났다. CCR효율이 1인 업체들은 규모효율성도 1이고 이들 업체들은 효율적인 운영을 하고 있으며 규모를 제대로 이용하고 있다는 것을 볼 수 있다. 하지만 명일물류(주), (주)유성티엔에스, (주)인터지스, 씨제이지엘에스(주), 문성국제물류(주), 두로로지텍(주)는 BCC효율성이 1이지만 규모효율성이 각각 0.665, 0.549, 0.532, 0.493, 0.315, 0.069로 규모효과를 고려하고서는 효율적으로 운용되고 있지만 규모의 효과가 일정한 상태에서는 비효율성이 나타나는 것으로 보아 규모로 인해 불리한 상황이라는 것을 볼 수 있다.

반면에 (주)브링스코리아, 천일정기화물자동차(주), (주)삼일, 오뚜기물류서비스(주)는 CCR, BCC 효율성

이 모두 0.5이하임에도 불구하고 규모효율성값이 0.9이상으로 나타난 것으로 보아 비효율적인 운영을 하고 있지만 규모를 제대로 이용하고 있는 것으로 해석된다. 규모수익성(RTS)는 IRS가 24개, CRS가 11개, DRS가 7개로 나왔다. 규모수익성이 IRS로 나온 화물자동차운송업체들은 (주)비타엑스코리아, 문성국제물류(주), (주)글로벌등과 같이 비교적 규모가 작으며 규모의 증가를 통한 수익성 향상을 기대할 수 있다고 해석할 수 있다. 한편 규모의 수익성이 DRS로 나온 화물자동차운송업체들은 (주)동방, (주)유성티엔에스, (주)인터지스, (주)신영기업, 씨제이지엘에스(주)등과 같이 대부분 규모가 큰 업체로서 규모의 감량화를 통해 수익성의 향상이 중요하다고 볼 수 있다. 효율적인 화물자동차운송업체 사이에서의 순위를 보면 삼익물류(주)가 CCR과 BCC모두에서 1위를 하고 있다.

2) 참조집합의 빈도

비효율적인 DMU들에게는 투입물과 산출물의 구성이 유사한 참조집합이라는 효율적인 DMU를 통해 벤치마킹을 할 수 있는 대상들을 제시할 수 있다. 본 연구에서는 하이비즈니스로지스틱스(주), 삼익물류(주)가 참조집합의 빈도수가 CCR에서 각각 25회, 20회로 높게 나타났으며 삼익물류(주), (주)글로벌이 BBC에서 각각 14회, 13회로 높게 나타났기 때문에 2008년도 화물자동차운송업체의 효율성에 있어서 다른 업체에게 가장 많은 벤치마킹의 대상이 된다고 볼 수 있다.

표 5. CCR·BCC모형의 참조집합의 빈도 수

CCR모형의 참조집합	빈도수	BCC모형의 참조집합	빈도수
하이비즈니스로지스틱스(주)	25	삼익물류(주)	14
삼익물류(주)	20	(주)글로벌	13
마스타자동차관리(주)	14	마스타자동차관리(주)	10
(주)농협물류	12	조양운수(주)	10
조양운수(주)	9	(주)연규산업	7
(주)연규산업	3	문성국제물류(주)	6
(주)천경	1	하이비즈니스로지스틱스(주)	5
		(주)농협물류	5
		(주)한익스프레스	2
		(주)천경	1
		씨제이지엘에스(주)	1

3) 효율성 개선을 위한 투자

화물자동차운송업체들 중 비효율적인 업체가 있다면 각 업체가 개선 시켜야하는 값이 있다. 각 화물자동차운송업체가 효율적인 프론티어를 투사했을 때 투자값을 알 수 있다면 각 화물자동차운송업체마다 개선시킬 수 있는 여지를 알 수 있기 때문이다. 대표적으로 국내 화물자동차운송업체들 중 총자본이 가장 높은 씨제이지엘에스(주)와 (주)동방의 투자 값을 살펴보면 [표 6]와 같다.

표 6. CCR-모형의 효율성 개선을 위한 투자

DMU	Score	투사	차이	%
씨제이지엘에스(주)	0.493			
총자본	152,224	75,052	-77,171	-50.7%
종업원수	1006	496	-510	-50.7%
고정자산	185,423	61,328	-124,095	-66.93
매출액	630,405	630,505	0	0
당기순이익	-580	13,423	19,231	331.08
(주)동방	0.371			
총자본	145,596	54,071	-91,524	-62.86%
종업원수	933	346	-587	-62.86%
고정자산	348,005	43,900	-30,4104	-87.38%
매출액	446,376	446,376	0	0
당기순이익	-6,304	9,358	15,663	248.45%

[표 6]에서 보는 바와 같이 씨제이지엘에스(주)는 효율성 개선을 위해 투입물을 각각 총자본 77,171백 만원, 종업원510명, 고정자산 124,095백만 원을 줄이고 산출물인 당기순이익을 19,231백만 원 늘여야 효율적인 프론티어에 도달할 수 있다. (주)동방은 효율성 개선을 위해 투입물을 각각 총자본 91,524백만 원, 종업원 587명, 고정자산 304,104백만 원을 줄이고 산출물인 당기순이익을 15,663백만 원만큼 늘여야 효율적인 프론티어에 도달할 수 있다.

2.2 기업규모에 따른 효율성 분석결과

분석자료를 중소기업기본법에 의거하여 기업규모에 따라 8개의 대기업그룹과 34개의 중소기업 그룹으로 분류하여 분석하였다.

1) 대기업 그룹의 효율성 분석

표 7. 대기업 그룹의 CCR, BCC, 규모효율성

화물자동차운송업체(DMU)	CCR	BCC	규모 효율성
하이비즈니스로지스틱스(주)	1	1	1
엑소후레쉬물류(주)	1	1	1
(주)인터시스	0.994	1	0.994
(주)유성티엔에스	0.727	1	0.727
(주)브링스코리아	0.639	1	0.639
씨제이지엘에스(주)	0.535	1	0.535
(주)동방	0.408	0.638	0.64
용마로지스(주)	0.245	0.914	0.268

대기업 그룹의 효율성을 분석한 결과 전체 그룹에서의 CCR, BCC 효율성과 비교했을 때 DMU들의 효율성 값이 차이를 보였다. 엑소후레쉬물류(주), (주)브링스코리아, 용마로지스(주)는 대기업 그룹에서 BCC 효율성이 1이 되었다. (주)브링스코리아, 용마로지스(주)는 전체 그룹에 비해 규모효율성 값이 작아졌다. 전체 그룹에서 BCC 효율성이 안 좋은 기업들이 대기업 그룹에서는 BCC 효율성이 좋아지는 경향이 있는데 이는 대기업들이 규모의 효과를 제대로 이용한 것이라 볼 수 있다.

2) 중소기업 그룹의 효율성 분석

표 8. 중소기업 그룹의 CCR, BCC, 규모효율성

화물자동차운송업체 (DMU)	CCR	BCC	규모 효율성
(주)엔큐산업	1	1	1
조양운수(주)	1	1	1
마스타자동차관리(주)	1	1	1
(주)천경	1	1	1
(주)한익스프레스	1	1	1
(주)농협물류	1	1	1
삼익물류(주)	1	1	1
(주)신영기업	1	1	1
한국통운(주)	0.994	1	0.994
엠앤엠통운(주)	0.953	1	0.953
(주)글로벌	0.821	1	0.821
(주)세양물류	0.729	0.793	0.92
선진통운(주)	0.728	0.861	0.846
명일물류(주)	0.665	1	0.665
(주)극동티엘에스	0.623	0.745	0.837
삼우에프앤지(주)	0.488	0.556	0.878
(주)동특	0.47	0.664	0.708
(주)아신	0.457	0.729	0.626
(주)디티씨	0.444	0.537	0.827
천일정기화물자동차(주)	0.429	0.459	0.934
(주)삼일	0.427	0.467	0.916
성암산업(주)	0.377	0.588	0.642
오뚜기물류서비스(주)	0.333	0.34	0.979
문성국제물류(주)	0.318	1	0.318

(주)재능유통	0.305	0.372	0.82
(주)한중	0.274	0.399	0.686
대경티엘에스(주)	0.249	0.432	0.576
공성운수(주)	0.219	0.927	0.236
영일기업(주)	0.216	0.324	0.665
(주)날개물류	0.143	0.518	0.276
(주)비티엑스코리아	0.139	0.424	0.328
대신정기화물자동차(주)	0.099	0.323	0.308
중앙기업(주)	0.084	0.371	0.228
두로로지텍(주)	0.069	1	0.07

중소기업 그룹의 효율성을 분석해본 결과 전체 그룹에서의 CCR, BCC, 규모효율성과 비교했을 때 거의 모든 DMU들의 효율성 값이 유사하게 나타났다.

2.3 Backwards Stepwise에 의한 투입-산출변수 영향력 분석

표 9. Backwards Stepwise방법에 의한 투입-산출변수 영향력 분석

	평균 효율성	평균 효율성 차이	효율적인 DMU 수	제거 변수
Start	0.552		7	
Step1	0.552			
종업원(1)	0.316	0.236	2	
고정자산(2)	0.529	0.023	6	
총자본(3)	0.458	0.093	6	
매출액(O1)	0.355	0.197	5	
당기순이익(O2)	0.451	0.101	4	고정자산(2)
Step2	0.529			
종업원(1)	0.123	0.406	1	
총자본(3)	0.306	0.223	2	
매출액(O1)	0.342	0.187	4	
당기순이익(O2)	0.403	0.126	3	당기순이익(O2)
Step3	0.403			
종업원(1)	0.403	0	3	
총자본(3)	0.234	0.164	1	
매출액(O1)	제거할 수 없는 변수			종업원(1)
End				
총자본(3)				
매출액(O1)				

[표 9]에서는 먼저 Backward Stepwise의 Start부분에서 전체 DMU들의 평균효율성을 구하고 다음에 Step별로 제거될 변수를 선정하기 위해 각 변수의 제거 시 평균효율성 변화를 보여주고 있다. 예를 들면 Step1에

서 종업원, 고정자산, 총자본, 매출액, 당기순이익을 차례로 제거한 경우의 평균 효율성을 보여주고 있다. 그 중에서 전체 평균효율성에 비교해 고정자산을 제거했을 때 평균효율성이 더 작게 변화하였으며, 평균효율성은 0.529이고 따라서 고정자산을 제거변수로 선정하게 된다. 같은 방법으로 Step2에서는 당기순이익, Step3에서는 종업원이 제거변수로 선정됨으로써 최종적으로 총자본과 매출액이 남게 되었다.

표 10. 제거변수 영향력에 따른 DMU의 변화

단계	제거 변수	제거 DMU
STEP 1	종업원(11)제거	(주)엔큐산업, 마스터자동차관리(주), (주)천경, (주)농협물류, 하이비즈니스로지스틱스(주)
	고정자산(12)제거	(주)천경
	총자본(13)제거	삼익물류(주)
	매출액(O1)제거	(주)농협물류, 하이비즈니스로지스틱스(주)
	당기순이익(O2) 제거	(주)엔큐산업, 마스터자동차관리(주), (주)천경
STEP 2	종업원(11)제거	(주)엔큐산업, 조양운수(주), 마스터자동차관리(주), (주)농협물류, 하이비즈니스로지스틱스(주)
	총자본(13)제거	조양운수(주), 마스터자동차관리(주), 하이비즈니스로지스틱스(주), 삼익물류(주)
	매출액(O1)제거	(주)농협물류, 하이비즈니스로지스틱스(주)
	당기순이익(O2) 제거	(주)엔큐산업, 조양운수(주), 마스터자동차관리(주), (주)농협물류, 삼익물류(주)
STEP 3	종업원(11)제거	(주)농협물류, 하이비즈니스로지스틱스(주)
	총자본(13)제거	삼익물류(주), 하이비즈니스로지스틱스(주)

[표 10]에서는 제거되는 변수에 따라 영향을 받는 DMU들을 보여주고 있다. 예를 들면 STEP1에서 종업원이 제거되면 CCR-I의 효율적인 DMU들 중에서 (주)엔큐산업, 마스터자동차관리(주), (주)천경, (주)농협물류, 하이비즈니스로지스틱스(주)가 제거된다. 따라서 이들 5개 업체는 종업원이란 변수에 회사가 많은 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 이러한 실증분석을 통해 각 DMU들이 어떠한 변수에 영향을 받는지 알 수 있기 때문에 경영 전략적 측면에서 영향을 받는 변수를 우선으로 개선시킬 필요가 있고 Backwards Stepwise방법을 사용하였을 때 남은 투입-산출변수인 총자본과 매출액이 효율성에 가장 영향력이 높다는 것을 알 수 있었다. 따라서, 화물자동차운송업체들은 총자본을 최대한 감소시키고

매출액을 증대시키는데 노력해야만 한다. 또한 투입-산출 변수를 제거하는 순서와 효율적인 DMU들에 대한 변화를 보았을 때 STEP1에서 투입변수인 고정자산은 분석에 적은 영향을 미친다. 각 STEP의 변수들이 제거되면서 효율적인 DMU의 수는 약간의 변화가 있었고 비효율적인 DMU에 대해서도 약간의 효율성 값이 감소하는 것을 볼 수 있다.

IV. 결론

본 연구는 지금까지 조직의 성과를 평가하는데 매력적인 기법으로 인정받고 있는 DEA의 다양한 모형을 화물자동차운송업체에 적용해 보았다. 현재 조직의 성과측정을 위해 널리 사용되고 있는 DEA 모형은 전통적인 효율성 기법과는 달리 다중 투입물과 다중 산출물을 적용할 수 있기 때문에 항공사, 은행, 보험회사, 학교, 도서관 등 광범위하게 적용되고 있다. 그러나, 현재 내륙물류운송의 중요성이 부각되는 가운데 화물자동차운송업의 효율성을 분석한 연구는 국내외에 찾아가 힘들다. 따라서 본 연구에서는 다양한 DEA 모형을 화물자동차운송업체에 적용하였다.

본 연구에서는 기본적인 CCR모형과 BCC모형과 순위검정을 위한 Super-Efficiency모형을 도입하였다. 분석한 주요 결과를 요약하면 다음과 같다. 42개의 화물자동차운송업체의 CCR효율성이 1인 업체는 7개로(주)엔큐산업, 조양운수(주), 마스터자동차관리(주), (주)천경, (주)농협물류, 하이비즈니스로지스틱스(주), 삼익물류(주)이고 BCC효율성이 1인 업체는 CCR효율성이 1인 업체들과 추가적으로 (주)신영기업, (주)한익스프레스, 한국통운(주), 엠엔엠통운(주), (주)글로벌, 명일물류(주), (주)유성티엔에스, (주)인터지스, 씨제지엘에스(주), 문성국제물류(주), 두로로지텍이다.

Super-Efficiency모형을 이용해 순위 검증을 한 결과 CCR, BCC모형 모두에서 삼익물류(주)가 1위를 차지하였다. 규모수익성은 IRS가 24개, DRS가 7개, CRS가 11개로 나왔다. IRS로 나온 화물운송업체는 비교적 규모가 작았으며 DRS로 나온 화물운송업체는 대부분 규모

가 큰 업체였다. IRS로 나온 규모가 작은 업체들은 규모의 증가를 통해 수익성을 향상시킬 수 있고 DRS로 나온 규모가 큰 업체들은 규모의 감량화를 통해 수익성을 향상시킬 수 있을 것이다. 또한 비효율적인 업체들의 벤치마킹이 되는 참조빈도가 높은 효율적인 업체는 CCR모형에서는 하이비즈니스로지스틱스(주), BCC모형에서는 삼익물류(주)로 나타났다. 기업규모에 따른 효율성 분석을 통해 대기업그룹에서는 하이비즈니스로지스틱스(주), 엑소후레쉬물류(주)가 중소기업그룹에서는 전체그룹에서 효율적인 업체들이 중소기업그룹에서도 효율적인 것을 보였다. 이러한 분석을 통해 비효율적인 업체들은 업체들의 기업 규모에 맞는 벤치마킹 대상을 찾아 효율성을 높임으로써 운영환경을 개선시켜 줄 것이다. 또한 투자 값을 통해 비효율적인 업체들이 효율적인 프론티어로 가기 위한 감소시켜야할 투입물량과 증대시켜야할 산출물량을 제시해줌으로써 효율성을 증대시킬 수 있을 것이다.

Backward Stepwise를 통한 투입-산출변수 영향력 평가를 통해 화물자동차운송업체의 효율성에 가장 큰 영향을 미치는 변수로써는 총자본, 종업원 수, 고정자산의 투입변수 중 총자본을 줄이고, 매출액과 당기순이익의 산출변수 중 매출액을 늘리는 것으로 도출되었다. 기업자산의 활용성을 측정하는데 일반적으로 사용되는 재무지표인 총자본 회전률(매출액/ 총자본)을 통해서도 총자본과 매출액의 중요성에 대해 알 수 있다. 그러므로 이 두 변수의 개선에 화물자동차들이 최우선적으로 역량을 쏟는다면 화물자동차운송업체들의 효율성을 크게 증대시킬 수 있을 것이다.

본 연구의 한계점으로는 먼저 DEA 기법에 관한 것으로서, 화물자동차운송업체의 효율성을 분석하기 위해 선정된 투입, 산출변수들이 일반적으로 재무적인 측면만 고려할 뿐 화물자동차운송업체만의 특성을 보여주는 차량 수, 운송량, 운송거리 등과 같은 변수들은 고려하지 못하였다. 이로 인해 비효율적인 DMU에 대해 개선해야 할 변수만 제시해 줄 뿐 구체적인 개선방안을 제시하지 못하였다. 따라서 화물자동차특성을 보여주는 변수를 고려해 보는 것도 의미가 있을 것이다.

향후 연구의 과제는 다음과 같다. 첫째, 실질적인 변

수선정이나 변수에 대한 가중치 값을 제한 할 수 있도록 전문가들을 통한 AHP(Analytic Hierarchy Process) 분석을 DEA에 도입해 사용해볼 필요가 있고 변수선정을 위해 데이터 마이닝 기법인 로짓분석 등을 통한 변수 추출 또한 적용해 볼 필요가 있다. 둘째, Backward Stepwise를 통한 투입-산출변수 영향력 평가와 반대로 비효율적인 업체에 대해 비효율성의 원인을 파악하기 위해 투입물 또는 산출물을 한 번에 한 개씩 넣어 분석하는 Measure-Specific 모형[19]을 도입함으로써 Backward Stepwise를 통한 투입-산출변수 영향력 평가와 비교해 볼 필요가 있다. 셋째, 본 논문에서는 정태적인 분석만을 사용하였는데 효율성의 추세와 안정성을 파악하기 위해 동태적인 분석으로 기간에 따른 효율성 변화를 볼 수 있는 WINDOW분석이나 맘퀴스트 분석 등을 도입할 필요성이 있다.

참고 문헌

- [1] 한국교통연구원, 국가물류비 산정 및 추이분석, 2005.
- [2] 권오경, 광수환, "화물자동차 수배송 활동의 운영 효율성 분석", 로지스틱연구, 제8권, 제1호, pp.5-22, 2000.
- [3] 민승기, "구역화물운송업과 노선화물운송업의 효율성 특징 비교", 로지스틱연구, 제7권, 제2호, pp.5-25, 1999.
- [4] P. Schmidt and R. C. Sickles, "Production Frontiers and Panel Data," Journal of Business & Economic Statistics, Vol.2, No.4, pp.367-374, 1984.
- [5] C. Cornwell, P. Schmidt, and R. C. Sickle, "Production Frontiers with Cross-Sectional and Time-Series Variation in Efficiency Levels," Journal of Econometrics, Vol.46, Issue.1-2, pp.185-200, 1990.
- [6] A. N. Berger, "Distribution Free' Estimates of Efficiency in the U. S. Banking Industry and Tests of the Standard Distributional

Assumptions," Finance and Economics Discussion Series No.188, Board of Governor of the Federal Reserve System, 1992.

[7] W. W. Cooper, L. M. Seiford, E. Thanassoulis, and S. H. Zanakis, "DEA and Its Use in Different countries," European Journal of Operational Research, Vol.154, Issue.2, pp.337-344, 2004.

[8] A. Charnes, W. W. Cooper, and E. Rhodes, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," European Journal of Operational Research, Vol.2, Issue.6, pp.429-444, 1978.

[9] R. D. Banker, H. Chang and W. W. Cooper, "Simulation Studies of Efficiency, Returns to Scale and Misspecification with Nonlinear Functions in DEA," Annals of Operations Research, Vol.66, No.4, pp.233-253, 1996.

[10] R. D. Banker, W. W. Cooper, L. M. Seiford, J. Zhu, "Returns to Scale in DEA," International Series in Operations Research and Management Science, Vol.71, No.6, pp.41-74, 2004.

[11] P. Anderson and N. C. Petersen, "A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis," Management Science, Vol.39, Issue.10, pp.1261-1264, 1993.

[12] J. M. Wagner and D. Shimshak, "Stepwise Selection of Variables in Data Envelopment Analysis: Procedures and Managerial Perspective," European Journal of Operational Research, Vol.180, Issue.1, pp.57-67, 2007.

[13] 이형석, 김기석, "DEA모형을 이용한 한국 철강 산업의 효율성 분석", 한국콘텐츠학회논문지, 제7권, 제6호, pp.195-205, 2007.

[14] 문승, "DEA를 이용한 세계자동차 주요기업의 효율성 분석," 인하대학교 산업경제연구소 경성 논집, 제17권, 제2호, pp.1-28, 2003.

[15] 이형석, 김기석, "DEA모형을 이용한 우리나라 해운업체의 정태적, 동태적 효율성 분석", 대한경

영학회지, 제19권, 제4호, pp.1197-1217, 2006.

[16] 김종기, 강다연, "국내 해운물류 기업의 경영효율성 분석", Entrue Journal of Information Technology, Vol.7, No.2, pp.141-150, 2008.

[17] Martin, J. C. and C. Roman, "An Application of DEA to Measure the Efficiency of Spanish Airports Prior to Privatization," Journal of Air Transport Management, Vol.7, Issue.3, pp.149-157, 2001.

[18] www.kisvalue.com

[19] R. D. Banker and R. C. Morey, "The Use of Categorical Variables in Data Envelopment Analysis," Management Science, Vol.32, No.12, pp.1613-1627, 1986.

저 자 소 개

최 종 열(Jong-Yeol Choi)

정회원

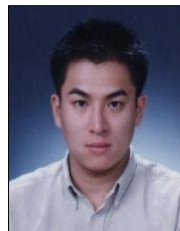


- 1980년 2월 : 부산대학교 경영학과(경영학사)
- 1982년 2월 : 부산대학교 경영학과(석사)
- 1994년 2월 : 경북대학교 경영학과(박사)

- 1995년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 경영대학 교수
 - 2006년 3월 ~ 2008년 : 12월 한국창업보육협회 회장
 - 2004년 3월 ~ 현재 : 부산이노비즈센터장
- <관심분야> : 생산관리, 기술경영, DEA, 효율성 평가

박 제 현(Je-Hun Park)

정회원



- 2007년 8월 : 부산대학교 경영학과(석사)
- 2010년 2월 : 부산대학교 경영학과(박사수료)

<관심분야> : 기술경영, DEA, 효율성 평가, 공정관리