韓國SI學會誌
第5卷 第1號
2006年 5月

자료포괄분석과 생산성지수분석을 이용한 국내 SI기업의 효율성 분석

김 건 식*

Analyzing the Technical Efficiency of Korean System Integration Firms Using DEA and Malmquist Productivity Analysis

Kon Shik Kim

■ Abstract ■

This paper analyzes the technical efficiencies of 40 Korean system integration firms using data envelopment analysis (DEA) and Malmquist productivity indices. Technical efficiencies on average had been decreased over the five year period and the efficiency difference between best practice firms and catch-up firms had been increased during this period, meaning that the industry structure has become matured and the possibilities for catch-up firms to be efficient are not remained so much. The differences in efficiency by the differences in ownership structures are statistically significant. It implies that the efficiencies of group-affiliated firms have come from benefits such as the captive market umbrellas, not from their own management competencies. In addition, the technical efficiency is highly correlated with captive market sales, information productivity, sales per employees, rates of value added, returns on invested capital, and EBITDA.

Keyword : DEA, Technical Efficiency, Window Analysis, Malmquist Productivity Index, System Integration

1. 서 론

국내 SI산업은 1990년대 들어 본격적으로 부상하여 진전되고 있는 지식정보화에 따라 중추적인 기간산업으로 자리매김 하였으며, 2005년의 시장 규모는 11조 3200억 원으로 예상된다(한국SI사업

* 국민대학교 BIT전문대학원

조합, 2005). 그러나 국내 SI산업은 기업집단의 폐쇄적인 내부시장을 기반으로 한 기업집단 소속 대형 SI기업들이 공공, 금융 등 외부시장에서도 시장지배적인 위치에 있어 상당한 진입장벽이 작용하는 시장이고, 제품/솔루션이나 기술능력 및 사업관리능력 측면에서 명확한 차별화가 없는 가격 위주의 경쟁행태가 지속되고 있다. 또한 주요 원재료라고 할 수 있는 하드웨어와 시스템소프트웨어의 대부분을 수입에 의존하므로 응용소프트웨어의 개발과 시스템운영 위주의 사업으로 저조한 수익성을 보이고 있다(정보통신부 외, 2004).

최근 들어 대형 SI기업을 중심으로 효율성과 수익성을 높이기 위한 경영개선 또는 혁신활동 등이 강화되고 있다. 이러한 활동 중에서 벤치마킹은 상대적으로 우월한 기업의 전략, 조직, 프로세스 등을 연구하여 개선의 방향과 내용을 설정하고 방안을 제시하는 방법이다. 그러나 정량적인 벤치마킹을 수행함에 있어 어느 지표 하나만으로는 기업의 전체적인 특성이나 성과를 파악할 수 없으므로 여러 가지 지표를 이용하여 종합적으로 판단하여야 한다. 이때 비교하려는 각종 지표의 선택, 정의, 측정, 분석 등에는 주관적인 기준과 판단이 작용하는 경우가 많고, 개별적인 지표만을 이용하여 설정한 목표들 간에는 종합적이고 체계적인 관점이 결여된다는 한계를 가지고 있다.

단일한 지표를 설정하여 효율성과 생산성을 측정, 분석하는 기법으로 최근 들어 자료포괄분석(Data Envelopment Analysis, DEA)과 맴퀴스트(Malmquist) 생산성지수분석이 많이 활용되고 있다. 본 연구는 이러한 기법들을 이용하여 국내 SI기업의 경영혁신과정을 거시적으로 검토하고 방향을 모색하기 위해 다음과 같은 연구질문을 설정한다.

① 국내 SI회사의 기술적 효율성은 어떠하며 비효율성의 정도는 어떠한가?
② 효율성이 높은 회사와 그렇지 않은 회사를 수익성과 연계하여 종합적으로 관찰하면 군집형성은 어떠한가?
③ 효율성과 생산성의 횡단적인 분포와 범위는 어느 정도이며 종단적 흐름은 어떠한가? 위에서 살펴본 군집은 어떻게 변화하는가?
④ 그룹 또는 기업집단에 따라 효율성에 차이가 있는가? 있다면 그것은 기업집단의 효과인가?
⑤ 탐색적인 관점에서 효율성에 영향을 미치는 요인은 무엇이며, 상관관계의 정도는 어떠한가?

이를 위해 국내 SI기업을 대상으로 효율성을 측정, 분석하고, 효율성의 연도별 추세를 분석하여 개별기업 및 산업차원에서 변화의 방향을 파악한다. 다양한 측면에서 비효율성의 정도와 영향요인을 분석하고, 그 결과를 바탕으로 개별기업과 산업전반에 관한 시사점을 도출한다. 이와 같은 효율성의 분석결과는 개별 기업의 장단점을 분석하는 전략적 벤치마킹과 효율성을 향상하기 위한 혁신활동은 물론 SI산업의 지속 가능한 경쟁력을 확보하고 정책적인 의사결정을 위한 기초적인 분석자료로 활용될 수 있다.

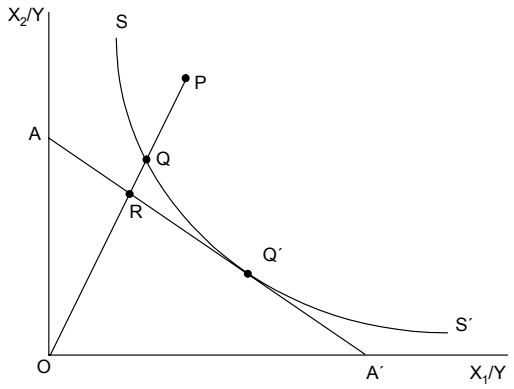
2. 이론적 배경

2.1 기술적 효율성(Technical Efficiency)

경제단위의 생산성(productivity)을 측정, 분석하는 방법은 Solow(1957)에 의해 제시된 총요소생산성 및 Solow잔차(residual)로 측정되는 생산성증가율을 다루는 성장회계법이 대표적이다. Solow는 경제성장률에서 노동 및 자본스톡 증가율의 기여를 제외한 부분을 총요소생산성(Total Factor Productivity, TFP)의 증가율(Solow잔차)으로 정의하였고, 이때 TFP의 증가율은 기술진보(technical change)를 포함한 포괄적인 생산성개념이다. 그러나 이러한 방법은 규모에 대한 수확불변(constant returns to scale), 완전한 경쟁시장, 모든 경제주체의 효율적인 생산이라는 가정들을 필요로 한다. 이러한 가정을 완화하기 위해 효율적인 경제주체만으로 구성되는 생산프런티어(pro-

duction frontier) 개념을 바탕으로 비효율적인 경제주체들을 명확히 고려하여 생산성 또는 효율성(efficiency)에 관한 이해를 증진하려는 접근이 최근 들어 활발히 진행되고 있다. 이러한 접근은 생산프런티어를 구성하는 방법에 따라 모수적(parametric) 또는 확률적(stochastic)인 분석과 비모수적(non-parametric) 분석으로 대별할 수 있으며, 자료포괄분석(Data Envelopment Analysis, DEA)과 맴퀴스트 생산성분석 등은 대표적인 비모수적 분석방법이다.

Koopmans는 생산가능집합(Production Possibility Set)이란 기술적으로 실행 가능한 모든 생산계획, 즉 생산가능성들의 집합이며, 생산가능집합을 T라고 할 때 임의의 점(x, y)에 대하여 $x' \leq x$, $y' = y$을 만족하는 점(x′, y′)이 T에 존재하지 않으면 (x, y)를 효율적(efficient)이라고 제시하였다. Farrell(1957)은 이러한 생산가능집합에서 효율적인 조직단위로 구성되는 집합을 가정하고 개별 조직단위의 효율성은 효율적인 조직단위의 집합으로부터 떨어진 거리로 측정하는 방법을 제시하여 Koopmans의 효율성 개념을 발전시켰다. [그림 1]과 같이 2종류의 투입물로 1종류의 산출물을 생산하는 경우, SS′는 Koopmans효율성을 만족하는 효율적인 조직단위의 집합으로 구성된 생산프런티어(production frontier), 또는 등량선(isoquant line)이고 P점은 비효율적인 조직단위를 나타낸다.



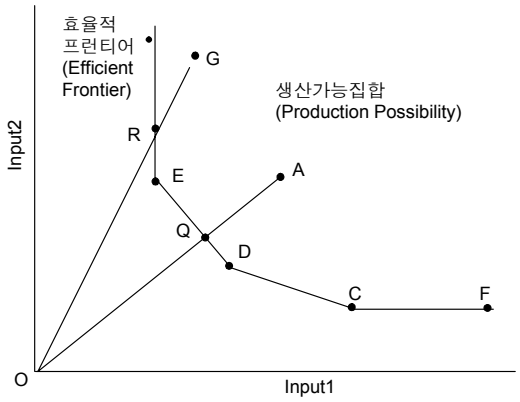
[그림 1] Farrell의 기술적 효율성

기술적인 효율성(Technical Efficiency, TE)을 비율로 표현하면 기술적 효율성 = 0Q/0P이며, 이는 (1-QP/0P)와 같고 0에서 1까지의 값을 가지게 된다. [그림 1]에서 Q점에 해당하는 조직단위는 프런티어 상에 있으므로 효율적인 조직단위를 나타낸다. 기술적 효율성은 2종류 이상의 투입량과 산출량을 가지므로 대수적으로 표현하면 기술적 효율성 = [산출량의 가중합(weighted sum)/투입량의 가중합]이 되고, 이 값의 최대치는 1이 된다. 기술적 효율성은 이와 같이 효율적인 생산프런티어 상에 위치하는 조직단위들에 대한 방사형(radial)의 상대적인 거리개념이므로 이를 계산하려면 생산프런티어를 알아야 하지만, 생산프런티어의 함수 형태나 추정치가 실증적, 사전적으로 알려진 경우는 거의 없으므로 표본자료로부터 생산프런티어를 추정해야 한다. Charnes, Cooper, and Rhodes (1978, 이하 CCR)은 Farrell의 상대적 효율성 및 부분선형적 생산프런티어(piecewise linear production frontier) 개념을 바탕으로 실물자료를 이용하여 프런티어를 추정하는 모형을 제시하였다.

2.2 Data Envelopment Analysis(DEA)

[그림 2]는 2종류의 투입량과 1종류의 산출량을 가정하여 투입기준(input-oriented)의 효율적 프런티어와 생산가능집합을 부분적으로 도시한 것이다. 여기서 점C, D, E, F는 모두 효율적인 의사결정단위(Decision Making Unit, DMU)이다. DMU란 한 생산가능집합 내에서 같은 종류의 투입으로 산출하되 독자적인 의사결정 또는 경영하는 조직단위를 말한다. 효율적인 DMU들을 선형으로 연결하면 원점을 향해 볼록한(convex) 형태의 부분적(piecewise)인 선형(Linear) 결합으로 효율적인 프런티어를 구성할 수 있다. 이는 효율적인 DMU가 비효율적인 DMU를 밖에서 둘러쌓고 있는 형태이므로 포괄선(Data Envelopment)이라고도 한다. 투입기준에서 모든 DMU는 동일한 산출량을 생산하므로 점A의 DMU를 원점과 연결하여 효율

적인 프런티어와 만나는 점Q를 가상적으로 효율적인 DMU라고 할 수 있다. 따라서 점A의 DMU는 점Q의 가상적인 DMU에 비해 비효율적이며, 기술적 효율성은 0Q/0A로 나타낼 수 있다.



[그림 2] CCR투입모형에 의한 기술적 효율성

각 DMU 별로 기술적 효율성을 대수적으로 계산할 때 투입량 및 산출량의 가중치를 각자에게 가장 유리하게 임의로 선택하여 가장 높은 효율치를 구하되 효율치의 최대값은 1이 되도록 하면, 제약조건 하에서 목적함수를 최대화하는 분수계획법(Fractional Programming)으로 해를 구할 수 있으며, 이를 CCR 비율모형(CCR Ratio Model)이라고 한다. 이러한 CCR 비율모형은 선형계획법(Linear Programming)으로 변환할 수 있으며, 변환된 모형을 CCR 승수모형(CCR Multiplier Model)이라고 한다. CCR 승수모형은 선형계획법 모형이므로 이를 원본모형으로 한 쌍대모형(Dual Model)을 정의할 수 있고, 이를 CCR 포괄모형(CCR Envelopment Model)으로 부른다.

$$\min\ \theta_o - \epsilon\left(\sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+\right) \tag{1}$$

$$s.t.\ \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j + s_i^- = \theta_o x_{io,} i = 1, 2, \ldots m, \tag{2}$$

$$\sum_{r=1}^{s} y_{rj}\lambda_j - s_r^+ = y_{ro,} r = 1, 2, \ldots, s, \tag{3}$$

$$s_i^-,\ s_r^+,\ \lambda_j \geq 0, \qquad \forall\ i, r, j \tag{4}$$

n개의 DMU가 서로 다른 m개의 투입물을 사용하여 s개의 산출물을 생산한다고 가정하면 DMUo (o=1,2,⋯,n)의 효율성점수를 산출하기 위한 투입기준의 CCR 포괄모형의 대수적 표현은 위의 식 (1)~식 (4)와 같다. 또한 X_{ij}는 DMU_j의 투입물인 i의 투입량을 나타내며, Y_{ij}는 DMU_j의 산출물인 r의 산출량을 나타낸다. S_i와 S_r은 각각 잉여투입 및 부족산출을 나타내는 변수(Slack Variables)이며, λ는 투입물 및 산출물에 적용한 가중치이다. 위의 식들은 DMUo의 산출물이 다른 효율적인 DMU들의 산출물을 λ의 가중치로 선형결합한 값에서 부족산출을 감한 값과 같다는 제약조건(식 (3))과, DMUo의 투입물을 θ의 가중치로 선형결합한 것이 다른 효율적인 DMU들의 투입물을 λ의 가중치로 선형결합한 값에서 잉여투입을 더한 값과 같다는 제약조건(식 (2)) 하에서 DMUo의 최소 투입물가중치 θ를 구하고 있다(식 (1)). 이때 가중치 및 잉여투입, 부족산출 변수들에 비음(Non Negative) 조건을 부여한다(식 (4)). DMUo의 투입물가중치인 θ는 효율적인 프런티어에 속하기 위해 줄여야 하는 투입물의 크기를 비율의 형태로 나타낸 것이므로 투입기준의 효율성점수가 되며, θ가 1이면 잉여투입이 없고 효율적인 프런티어에 속하는 DMU임을 말한다.

CCR 모형을 바탕으로 많은 변형 또는 개선 모형이 잇달아 제시되었으며, 효율적 프런티어의 개념을 바탕으로 비모수적인 선형계획법 등을 이용하여 상대적 효율성을 분석하는 이러한 방법론을 최초 저자들의 표현에 따라 DEA(Data Envelopment Analysis, 자료포괄분석)라고 한다. CCR 모형은 규모에 대한 수확의 불변(Constant Returns to Scale, CRS)을 가정하고 있다. Banker, Charnes와 Cooper(1984, 이하 BCC)는 규모에 대한 수확의 변동(Variable Returns to Scale, VRS)을 고려하여 기술적 효율성을 규모의 효율성(Scale Efficiency, SE)과 순수 기술적 효율성(Pure Technical Efficiency, PTE)으로 구분한 BCC모형을 제시하였다. 이는 위의 식에서 λ의 합이 1이라는 제약조

건을 추가한 것이다. 이에 따라 규모의 효과를 수확체증, 불변, 체감으로 판별할 수 있으며, 기술적 효율성(TE)은 [규모의 효율성(SE) X 순수 기술적 효율성(PTE)]이 된다.

2.3 맴퀴스트(Malmquist) 생산성 지수

DEA에 의한 상대적 효율성은 효율적인 프런티어를 구성하는 DMU를 기준으로 측정하지만 시간에 따른 효율적 프런티어 자체의 이동, 즉 기술의 변화를 고려하면 생산성의 변화를 지수형태로 나타낼 수 있다. Caves et al.(1982)은 T기와 T+1기 사이의 생산성 변화를 측정하기 위해 거리함수를 이용하여 산출기준의 맴퀴스트 생산성지수를 아래와 같이 정의하였다. 산출기준의 거리함수는 주어진 투입요소를 기준으로 산출 가능한 효율적 프런티어로부터 떨어진 거리를 측정한다.

$$M_{CCD}^{t} = \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \tag{5}$$

식 (5)에서 분모는 t기의 기술, 즉 S^t에서 볼 때 (x^t, y^t)의 산출기준 거리함수이며, 1개의 투입과 1개의 산출로 구성된 [그림 3]에서 이에 해당하는 Y축 기준의 거리함수 값은 0a/0b이다. 분자는 t기의 기술에서 볼 때 (x^{t+1}, y^{t+1})의 거리함수이며, [그림 3]에서 이는 0d/0e이다. 따라서 식 (5)는 t기의 기술 관점에서 본 생산성의 변화를 나타낸다.

$$M_{CCD}^{t+1} = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \tag{6}$$

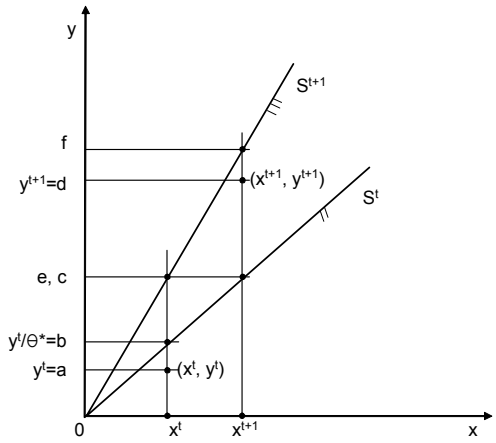
식 (6)은 위와 같은 방법으로 T+1기의 기술 관점에서 정의한 생산성의 변화이며, 이를 [그림 3]에서 보면 분자는 0f/0d, 분모는 0e/0a이다.

Fare et al.(1994)은 T기와 T+1기 간의 생산성 변화를 위에서 나타낸 기간별 생산성지수의 기하평균으로 정의하여 식 (7)을 제시하고, 생산성변화의 구성요소를 분해하기 위한 목적으로 식 (7)과 동등한 표현인 식 (8)로 재구성하였다.

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)}\right)\left(\frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)}\right)\right]^{1/2} \tag{7}$$

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \times \left[\left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}\right)\left(\frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)}\right)\right]^{1/2} \tag{8}$$

식 (8)에서 괄호의 바깥 부분은 T기와 T+1기 사이의 상대적인 효율성 변화(Efficiency Change), 즉 최대로 생산 가능한 프런티어에서 떨어진 정도가 얼마나 변화했는지를 나타낸다. 괄호 부분은 (x^{t+1}, y^{t+1})을 기준으로 본 T기 및 T+1기 사이의 변화비율과 (x^t, y^t)을 기준으로 본 T기 및 T+1기 사이의 변화비율을 기하 평균한 것이다. 이는 두 기간 사이의 기술적 변화(Technical Change), 즉 효율적 프런티어 자체의 이동을 통한 기술진보를 나타낸다.



[그림 3] △TE, △TECH, M의 측정

[그림 3]은 위에서 정의한 생산성변화를 도시한 것으로, 규모수확 불변의 가정 하에서 T기보다 T+1기의 기술이 향상된 경우를 나타내며, 거리함수를 y축 기준으로 나타내면 식 (9)가 된다.

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$$
$$= \left(\frac{0d}{0f}\right)\left(\frac{0b}{0a}\right)\left[\left(\frac{0d/0e}{0d/0f}\right)\left(\frac{0a/0b}{0a/0c}\right)\right]^{1/2}$$
$$= \left(\frac{0d}{0f}\right)\left(\frac{0b}{0a}\right)\left[\left(\frac{0f}{0e}\right)\left(\frac{0c}{0b}\right)\right]^{1/2} \quad (9)$$

위의 식들에서 j번째 DMU에 관해 식 (7) 또는 식 (8)의 생산성지수를 구하기 위해서는 4개의 거리함수에 대한 계산이 필요하며, 각 거리함수는 DEA형태의 선형계획법을 이용하여 계산할 수 있다. Fare et al.(1994)은 효율적 프런티어가 규모에 대한 수확불변(Constant Returns to Scale)이라는 가정 하에서 식 (8)의 괄호 바깥쪽 부분, 즉 효율성 변화(Efficiency Change)를 분해하여 BCC모형에서와 같이 순수기술효율성변화(Pure Efficiency Change)와 규모효율성 변화(Scale Change)를 정의하였다.

2.4 기존연구의 고찰

CCR모형이 제시된 이후 산업, 기업 또는 하위조직 단위의 각 차원에서 효율성을 비교하고 선도기업을 식별하며 효율성의 영향 또는 결정요인을 분석하는 연구 등이 활발히 진행되고 있다(Cooper et al., 2004). DEA를 이용한 국내의 연구는 1990년대 중반 이후 은행, 증권, 보험 등의 금융권을 중심으로 활발히 수행되고 있으나 SI산업 또는 소프트웨어산업을 대상으로 한 연구는 많지 않다. 이청호, 이경호, 윤광심(2005)은 정보기술산업의 30개 기업을 대상으로 효율성을 분석한 결과 대기업이 중소기업보다 평균적으로 효율성이 높으며, 그 차이도 심화되고 있음을 확인하였다. 김강정(2005)은 소프트웨어산업의 103개 기업을 대상으로 효율성과 맴퀴스트 생산성을 측정하였다. 그 결과 평균적으로 대규모 외감법인의 생산성이 코스닥법인보다 높으며 기술진보를 선도하고 있음을 보이고 있다.

본 연구는 기업집단 또는 그룹계열사에 소속된 SI기업과 그렇지 않은 기업간에 효율성 차이를 실증적으로 분석하고, 개별 기업의 매출구성비, 정보생산성과 같은 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석하며, 생산성 및 효율성의 종단적 변화에 관해 윈도우(Window)분석 및 맴퀴스트생산성 분석을 모두 포함하고 있다는 점에서 위의 연구와 차별된다.

3. 연구모형과 변수선정

3.1 분석대상과 방법

본 연구에서는 매출액을 기준으로 한국SI산업조합에서 발간하는 SI사업자연감을 기준으로 상위 50개 기업과 상장 또는 코스닥등록 SI기업의 합집합을 대상으로 하되, 매출 중에서 SI사업 비중의 10% 이하인 기업, 매출액이 백억 원 미만인 기업, 감사보고서 등 자료가 미흡한 기업 등을 제외하고 최종적으로 40개 기업을 선정하였다. 생산성 및 효율성의 시계열 변동을 파악하기 위한 분석기간은 2000년부터 2004년까지 5년간으로 설정하였다. 분석에 필요한 정보는 해당기업의 사업보고서 및 감사보고서와 한국신용평가의 KIS-Line에서 획득하였으며, Coelli(1996)의 DEAP Version 2.1을 분석도구로 사용하였다. 한편, 수주산업인 SI산업의 특성상 산출물에 따라 투입물을 조정하는 방식을 사용하는 기업 속성을 고려하여 투입지향(input-oriented)의 효율성점수를 구하는 방법을 사용하였다.

3.2 변수의 선정

기업을 하나의 생산단위로 보면 노동과 자본으로 구성된 생산체계를 바탕으로 원재료 등 외부가치를 들여와서 제품을 생산, 판매하여 부가가치를 얻는 구조로 모형화할 수 있다. 위와 같은 기본적인 모형을 바탕으로 투입물은 상시종업원수, 경영자산, 투입비용으로 선정하였다. 상시종업원수는 노동에 관한 대리변수(proxy)로서 기업을 대상으로 하는 대부분의 DEA 관련 연구에서 채택하고 있다. 자본에 대한 변수로는 경영자산(operating

assets)을 선정하였다. 경영자산은 생산활동에 직접 투입, 활용되는 자산으로서 [총자산-(투자와 기타자산+건설중인 자산)]으로 산정한다. 투입비용은 원재료비, 외주비 등 외부에서 구입하여 생산에 사용한 중간투입물의 개념으로 [매출액-부가가치]로 산정한다.

산출물에 관한 대리변수로는 특수관계자, 즉 그룹내의 매출액, 총매출에서 그룹매출을 제외한 외부매출액, 부가가치를 선정하였다. 매출액은 산출물에 관한 대표적인 대리변수로서 기업을 대상으로 하는 대부분의 DEA 연구에서 사용된다. 부가가치는 인건비, 복리후생비, 감가상각비, 임차료, 제세공과 및 영업이익 등을 합한 금액으로 산정한다. 변수 중에서 단위가 금액인 경우에는 가격에 따른 오차를 통제하고 연도별 효율성의 비교가 가능하도록 2000년 기준의 GDP 디플레이터를 사용하여 불변가격으로 조정하였다. 한편, 종업원수와 경영자산은 저량(stock)개념이므로 연도별로 기초 및 기말자료의 평균을 구하여 적용하였다.

4. 실증분석 및 가설검정

4.1 투입물 및 산출물의 기술통계

<표 1>은 본 연구에 사용된 투입물과 산출물 변수의 기술적 통계량을 요약한 것이다.

〈표 1〉 투입물 및 산출물의 기술통계량

(단위 : 십억원, 명)

	운영자산	종업원수	투입비용	외부매출	내부매출	부가가치
평균	77,657	699	124,696	95,146	77,436	47,885
중앙값	35,510	250	50,979	38,984	17,661	13,506
표준편차	96,270	1,282	191,145	140,691	179,537	104,649
관측수	200	200	200	200	200	200

<표 2>는 변수 별로 연도별 합계와 2000년 대비 증가율을 나타내고 있다. 2000년 대비 2004년에는 평균적으로 종업원수는 2% 증가하고 투입비용은 0.5% 증가하여 4.2%의 내부매출 증가와 4.9%의 부가가치 증가를 달성하고 있다. 이는 기업집단 내부시장의 매출 성장이 상대적으로 커짐에 따라 인력과 원가 등 투입의 증가폭이 비례적으로 증대하지 않게 되어 이 부분이 부가가치 성장의 주요 동력이 되었음을 시사하고 있다.

〈표 2〉 투입물 및 산출물 변수의 연도별 합계

(단위 : 십억원, 명)

	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	CAGR%
운영자산	2801	3147	3155	3194	3234	2.92%
부가가치	1771	1742	1796	2020	2248	4.89%
투입비용	4732	4859	5352	5143	4853	0.51%
내부매출	2773	2736	3108	3464	3406	4.20%
외부매출	3730	3865	4040	3698	3696	-0.18%
종업원수	25984	27337	28627	29130	28684	2.00%

단, 금액은 2000년도 기준 불변가격임.

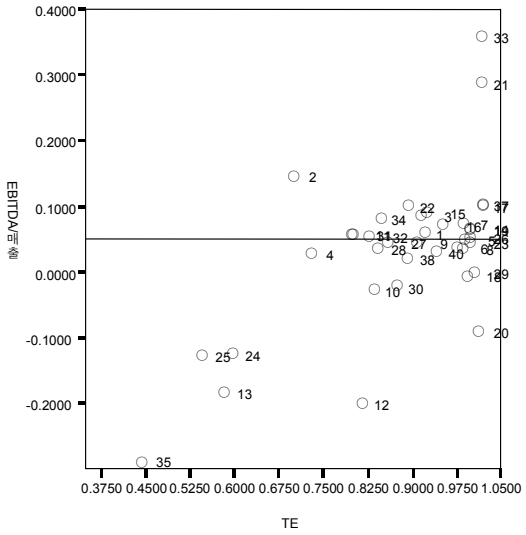
4.2 DEA효율성의 횡단적 분석

CCR모형에 의한 기술적 효율성(TE)은 규모에 대한 수확불변(Constant Returns to Scale, CRS)을 가정하고 비효율적인 DMU의 효율성을 구한다. BCC모형에 의한 순수기술적 효율성(PTE)은 규모에 대한 수확의 변동(Variable Returns to Scale, VRS)하에서 구한 효율성점수이며, 규모의 경제효과를 통제한 효율성점수이므로 동일한 DMU의 순수 기술적 효율성은 기술적 효율성과 같거나 크다. 2004년도의 경우 기술적 효율성(TE), 순수기술적 효율성(PTE)을 투입물 기준으로 측정한 결과를 요약하면 <표 3>과 같다.

〈표 3〉 2004년도의 효율성점수 기술통계량

통계량	TE	PTE
평균	0.85439	0.93722
표준편차	0.16902	0.09874
최대값	1	1
최소값	0.31181	0.52061
효율적DMU	10	22
비효율적DMU	30	18

2004년도의 기술적 효율성(TE)은 평균 0.8544이므로 40개 DMU의 평균적인 비효율은 약 14.56%임을 알 수 있다. 효율성점수가 1인 효율적 DMU는 10개이며, 나머지 30개 DMU의 효율성점수는 최하 0.3118까지 분포하고 있다. 순수기술적 효율성(PTE)의 평균은 0.9372이며, 효율적인 DMU는 22개이다. 그러나 본 연구에서의 효율성이 DMU의 재무적 수익성 그 자체는 아니므로 효율성과 재무적 수익성을 2개의 축으로 하는 그래프를 이용하여 선도적 DMU를 보다 명료하게 식별할 수 있다(Athanassopoulos, 1995).



[그림 4] EBITDA/매출과 기술적 효율성의 산점도

[그림 4]는 2004년도 자료를 바탕으로 EBITDA/매출과 기술적 효율성(TE)을 2개의 축으로 한 산점도를 작성한 것이다. EBITDA/매출이 5%를 상회하면서 기술적 효율성이 1인 DMU는 번호로 구별하여 14, 17, 19, 21, 26, 33, 37 의 7개 기업이다.

4.3 DEA효율성의 종단적 분석

2000년부터 2004년까지 40개 SI기업의 기술적 효율성(TE) 및 순수기술적 효율성(PTE)을 투입물 기준으로 측정한 결과는 <표 4>와 같다.

〈표 4〉 연도별 기술적 효율성의 기술통계량

년도		2000	2001	2002	2003	2004
TE	평균	0.8769	0.8695	0.8593	0.8737	0.8544
	표준편차	0.1265	0.1336	0.1663	0.1451	0.1690
	최대값	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	최소값	0.5963	0.4578	0.2922	0.3550	0.3118
	효율적 DMU	14	11	13	13	10
PTE	평균	0.9253	0.9187	0.9394	0.9531	0.9372
	표준편차	0.0968	0.1078	0.0890	0.0756	0.0987
	최대값	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	최소값	0.6389	0.5227	0.6022	0.7066	0.5206
	효율적 DMU	20	20	22	21	22

기술적 효율성은 2000년의 0.8769에서 2004년의 0.8544까지 2003년을 제외하고는 약간 감소를 보이고 있으며, 순수 기술적 효율성은 2000년의 0.9253에서 2004년의 0.9372까지 2001년을 제외하고는 약간 증가하고 있다. 한편, 기술적 효율성 및 순수 기술적 효율성의 표준편차와 최대값-최소값의 범위는 상당히 증가하고 있어 양극화가 심화되고 있음을 알 수 있다. 전체적으로 국내 SI기업의 기술적 효율성은 평균적으로는 약간 낮아지고 있으나 이는 선도기업의 점진적인 개선과 추격기업의 성과 악화로 인한 결과라고 볼 수 있다.

<표 4>는 40개 DMU의 효율성점수를 연도별로 각각 산출한 것이므로 특정 년도를 전후한 효율성의 변동은 체계적으로 고려되지 않았다. 이와 같은 효율성점수로도 전체적인 시계열 관점의 흐름을 대략 파악할 수는 있으나 단위 DMU별로 특정 연도의 효율성점수를 다른 년도의 그것과 직접 비교하기에는 무리가 있다. 단위 DMU의 효율성상승 또는 하락과 같은 추이나 효율성 변동의 안정성을 비교하기 위한 방법으로 윈도우(Window) 분석을 실시하였다(Cooper, 2000). 윈도우분석은 몇 개의 기간으로 구성된 윈도우, 즉 분석기간의 폭을 설정하고 해당 윈도우에 속하는 자료를 모두 패널화하여 분석하는 방법이다. 따라서 여러 기간에 걸쳐 존재하는 동일한 DMU를 마치 서로 다른

DMU처럼 처리한다. 본 연구에서는 분석기간이 5개년이므로 3개년을 윈도우의 폭으로 설정하면 1개의 윈도우마다 40개 DMU X 3인 120개의 DMU를 대상으로 효율성을 측정하게 된다.

〈표 5〉 윈도우분석에 의한 연도별 기술적 효율성의 추이

DMU	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	평균	범위	비고
12	0.6951	0.7682	0.8543	0.7748	0.7607	0.7706	0.1592	
13	0.5950	0.5348	0.4633	0.6971	0.5387	0.5658	0.2338	-
14	1.0000	0.9766	1.0000	0.9934	0.9836	0.9907	0.0235	-
17	1.0000	1.0000	0.9800	0.9663	1.0000	0.9893	0.0337	+
19	1.0000	0.9029	0.8609	0.9707	1.0000	0.9469	0.1391	+
21	1.0000	1.0000	1.0000	0.9969	1.0000	0.9994	0.0031	+
24	0.7944	0.6340	0.7071	0.6468	0.5828	0.6730	0.2116	-
25	0.9913	0.7613	0.4273	0.6413	0.5098	0.6662	0.5640	-
26	0.8610	0.9131	0.9336	0.9757	1.0000	0.9367	0.1390	+
33	1.0000	0.9752	0.9822	1.0000	1.0000	0.9915	0.0249	+
35	0.6831	0.6025	0.2531	0.3465	0.4058	0.4582	0.4300	-
36	0.7714	0.6342	0.7659	0.9613	0.6614	0.7588	0.3271	-
37	1.0000	0.8497	0.8325	0.8946	1.0000	0.9154	0.1675	+
39	0.7295	0.6659	0.4798	0.6613	0.3123	0.5698	0.4172	-
평균	0.8714	0.8234	0.8110	0.8404	0.8381	0.8368	0.1710	

DMU 14, 17, 19, 21, 26, 33, 37은 선도기업임.

이와 같은 Window분석의 결과 중에서 2004년도 기준에서 선도적 기업으로 선정한 7개 DMU와 후발 추격기업으로 효율성점수가 가장 낮고 EBITDA/매출이 -5% 이하인 7개 DMU를 발췌하여 <표 5>에 게재하였다. <표 5>의 '구분'에는 DMU별로 2004년의 효율성점수가 시계열평균 및 2000년의 효율성점수보다 같거나 높은 경우, 즉 효율성이 높아지고 있는 경우에 '+'로 표시하고 반대의 경우는 '-'로 표시하였다. DMU 13, 14, 24, 25, 35, 36, 39의 경우 2004년의 효율성점수가 2000년의 점수 및 시계열 평균보다 낮아 효율성이 하락하고 있음을 나타낸다. 이 기업들 중에서 DMU 25, 35, 36, 39는 효율성의 표준편차와 범위가 상대적으로 매우 크므로 사업모델, 경영전략, 프로세스역량, 정보시스템 등의 혁신전략의 수립과 실천이 시급하다고 볼 수 있다. 2004년의 경우 효율성과 수익성 측면에서 선도적이라고 할 수 있는 7개 DMU 중에서 DMU 17, 21, 33은 2004년의 효율성점수가 2000년의 점수 및 시계열 평균보다 높고 표준편차와 범위도 상대적으로 매우 작은 Best Practice군이므로, 사업모델, 경영전략, 프로세스역량, 정보시스템 등의 지속적인 개선전략이 적절하다고 볼 수 있다. 한편, 전체DMU의 연도별 효율성 추이를 보면 2000년의 0.8714에서 2004년의 0.8381로 점차 하락하고 있으며, 이는 연도별로 각각 산출한 효율성점수의 추이(<표 4> 참조)와 동일한 패턴을 보이고 있다. 또한 위에서 언급한 기업 중에서 효율성이 지속적으로 하락하는 기업은 단일한 솔루션과 사업영역을 가지고 있으며, 상승하는 기업은 독점사업 혹은 그룹내 SM사업에 주력하는 기업이므로 사업분야 및 시장영역이 효율성과 관련이 있음을 시사한다.

4.4 효율성의 차이에 관한 분석

기업은 수요와 공급, 진입장벽, 제품차별화 등으로 구조화된 시장에서 경쟁하면서 연구개발, 상품 또는 서비스의 선택과 생산과 같은 경영활동을 수행하고 그 결과 효율성, 기술진보, 부가가치 등의 성과를 나타낸다. 기술적 효율성이라는 성과는 이와 같은 시장구조 하에서 최적의 행동을 통하여 얻어낸 것이므로 시장구조와 기업의 행동은 효율성과 상호 작용한다. 국내 SI시장의 공급자는 크게 기업집단 또는 그룹에 소속된 기업과 그렇지 않은 기업으로 구분할 수 있다. 기업집단에 소속된 기업은 해당 그룹 내의 SI시장을 사실상 독점하면서 동시에 경영전반에 관해 그룹차원의 전략이나 경영환경에 영향을 받는다. 따라서 기업집단에 소속된 기업과 그렇지 않은 기업 간에 효율성의 차이가 있는지, 차이가 있다면 그것이 개별 기업의 경영 외적인 해당 그룹의 소속 여부에 따른 차이, 소위 프로그램효율(program efficiency)에

의한 것인지 아니면 개별 기업의 경영능력(Managerial efficiency)에 의한 차이인지를 분석할 필요가 있다(Brockett and Golany, 1996). 즉, 기업집단 또는 그룹의 소속 여부에 따른 관리효율의 차이는 존재하지 않는다는 가설 하에, 우선 40개 기업의 최근 5년간 자료 전체를 패널 자료화하여 총200개의 DMU를 대상으로 효율성을 측정하고 기업집단 소속여부에 따른 효율성의 차이가 있는지 통계적으로 검정한다. 기업집단 소속 여부에 따른 기술통계량은 <표 6>과 같으며, 기업집단에 소속된 기업이 그렇지 않은 기업보다 효율성점수의 평균과 중앙값이 뚜렷이 높음을 확인하였다.

〈표 6〉 그룹소속여부에 따른 DEA효율성의 기술통계량

	그룹소속인 기업		그룹소속이 아닌 기업	
	TE	PTE	TE	PTE
평균	0.8554	0.8974	0.6946	0.8210
중앙값	0.8538	0.9070	0.6750	0.8205
최빈값	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
표준편차	0.1026	0.0913	0.1857	0.1373
최소값	0.5811	0.6501	0.2425	0.4813
최대값	1	1	1	1
관측수	130	130	70	70

DEA에 의한 효율성점수는 1에서 0까지의 범위를 가지며 효율적 프런티어를 구성하는 DMU, 즉 효율성 점수가 1인 DMU가 다수이므로 정규분포를 가정한 모수적인 통계분석보다는 DEA의 특성에 맞는 비모수적인 분석이 적절하다. 따라서 본 연구에서는 두 집단간 효율성의 차이에 관한 비모수적 검정방법인 Mann-Whitney의 U-test를 사용한다. 그룹소속여부에 따른 검정 결과 <표 7>과 같이 효율성의 차이가 없다는 가설은 기술적 효율성, 순수 기술적 효율성의 경우 모두 유의수준 1%에서 기각되었다. 즉, 기업집단의 소속여부에 따라 효율성점수의 차이가 존재하며, 기업집단에 소속된 기업이 그렇지 않은 기업에 비해 효율성이 높다고 할 수 있다.

〈표 7〉 그룹소속 여부에 따른 효율성 차이분석

평균순위(Mean Rank) / 구분	그룹소속 아님(N=70)	그룹소속 (N=130)	Z값
TE	66.36	118.88	-6.13(***)
PTE	79.19	111.98	-3.85(***)

주) ** p<0.05, *** p<0.01

이제 두 집단 별로 각각 DEA효율성점수를 계산한 후 각 집단 내부에서는 모든 DMU들이 효율적이 되도록 투입물과 산출물의 값을 모두 효율적 프런티어 상의 값으로 치환한다. 이렇게 함으로써 해당 집단 내부에서는 효율성점수의 차이가 없도록 통제한다. 그리고 치환된 자료를 모두 합하여 단일한 분석대상으로 설정하고 DEA효율성점수를 구한 후, 다시 두 집단간의 효율성차이를 검정한다. 그 결과 <표 8>과 같이 기술적 효율성의 경우 유의수준 10%, 순수 기술적 효율성의 경우 유의수준 5% 에서 역시 기각되었다. 따라서 두 집단간 효율성점수의 차이는 개별 기업의 경영관리 및 생산기술능력에 따른 차이가 아니라 기업집단에 소속된 경우 그에 따른 내부시장의 확보, 거래비용의 절감, 효과적인 자원배분, 안정적인 경영환경 등의 혜택을 얻게 되어 발생한 차이, 즉 기업집단의 소속여부에 따른 차이라고 할 수 있다.

〈표 8〉 효율적 프런티어 상으로 치환한 후의 효율성 차이분석

평균순위(Mean Rank) / 구분	그룹소속 아님(N=70)	그룹소속 (N=130)	Z값
TE	90.82	105.71	-1.787(*)
PTE	89.74	106.29	-2.053(**)

주) * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01

4.5 맴퀴스트 생산성지수의 분석

2000년에서 2004년까지 맴퀴스트 생산성지수의 연도별 변화는 평균 0.974로서 연평균 2.6% 하락하고 있다(<표 9> 참조). 이를 분해하면 효율성의 변화(Efficiency Change)는 연평균 0.990이고 기술

의 변화(Technical Change)는 0.984이므로 생산성의 하락은 상대적으로 효율적 프런티어 자체의 퇴보에 의한 것임을 의미한다. 한편, 연도별 추세를 보면 2003/2004년의 총생산성지수는 0.990로서 전반적으로 상승추세에 있으며, 생산성변화의 구성요소 중에서 기술의 변화는 지속적으로 상승하여 2003/2004년의 경우 1.022이므로 향후 기술의 변화를 동력으로 생산성의 향상을 어느 정도 기대할 수도 있다고 하겠다. 또한 모든 연도에서 기술변화보다는 효율성변화의 표준편차가 더 크므로 기술적 효율성(Technical Efficiency), 즉 투입기준으로 볼 때 일정한 기술 하에서 최소한의 투입으로 일정한 산출을 생산하는 경영관리효율의 차이가 총생산성변화를 주도하고 있으며, 경영관리기술의 확산, 또는 추격의 여지가 상당히 존재함을 시사한다. 그러나 연도별 생산성 및 효율성변화의 표준편차는 점차 커지고 있으므로 기업들간의 격차는 오히려 확대되고 있음을 알 수 있다. 효율성의 변화를 분해하여 순수기술변화(Pure Efficiency Change)와 규모의 변화(Scale Change)로 나누어 보면, 평균적으로 규모효율성의 퇴보(0.987)와 순수기술변화의 향상(1.003)으로 설명된다. 이는 규모의 효과를 통제하면 효율성은 향상되고 있지만 적정규모에서 활동하지 못하는 기업이 많음을 말하며, 기존기술로는 성장의 한계가 있는 시장에서

〈표 9〉 연도별 맴퀴스트생산성지수의 변화(평균 및 표준편차)

생산성 구분 / 연도	Malmquist Index	Technical Change	Efficiency Change	Pure Efficiency Change	Scale Change
2000/2001	0.911 (0.131)	0.921 (0.070)	0.989 (0.114)	0.991 (0.079)	0.998 (0.085)
2001/2002	0.964 (0.198)	0.988 (0.043)	0.976 (0.199)	1.025 (0.130)	0.951 (0.120)
2002/2003	1.034 (0.208)	1.008 (0.084)	1.026 (0.157)	1.016 (0.090)	1.009 (0.110)
2003/2004	0.990 (0.141)	1.022 (0.062)	0.969 (0.134)	0.980 (0.080)	0.989 (0.117)
2000/2004	0.974 (0.051)	0.984	0.990	1.003	0.987

일정한 규모를 획득하지 못한 기업의 규모효율성 하락이 효율성 변화의 하락 추세를 주도하고 있음을 의미한다. 이러한 결과는 DEA에 의한 기술적 효율성 및 순수 기술적 효율성의 분석결과와 일치하는 것으로 기술진보가 서서히 진행되는 상황에서 경영관리효율의 차이에 의한 양극화가 일어나고 있음을 말해주고 있다.

<표 10> 및 <표 11>은 그룹소속 여부에 따라 생산성의 변화추세에 차이가 있는 지를 분석한 결과이다. 그룹에 소속된 기업의 생산성변화는 연평균 0.985이고, 그렇지 않은 기업은 0.953이므로 상대적으로 그룹에 소속된 기업이 높은 생산성을 보이고 있다.

〈표 10〉 그룹소속인 DMU의 맴퀴스트 생산성지수 변화

생산성 구분 / 연도	Malmquist Index	Technical Change	Efficiency Change	Pure Efficiency Change	Scale Change
2000/2001	0.924	0.937	0.986	0.994	0.992
2001/2002	0.992	0.984	1.009	1.025	0.984
2002/2003	1.014	0.981	1.034	0.999	1.035
2003/2004	1.012	1.034	0.979	0.992	0.987
평균 (표준편차)	0.985 (0.036)	0.983 (0.034)	1.002 (0.022)	1.002 (0.019)	0.999 (0.020)

그룹 소속인 기업의 생산성을 분해하면 기술변화가 0.983이고 효율성변화가 1.002이므로 기술진보를 통하여 효율적 프런티어 자체의 이동을 가져오는 선도전략보다는 주어진 투입으로 효율적인 산출을 생산하는 경영관리효율의 향상으로 이와 같은 생산성을 달성하고 있음을 알 수 있다. 한편, 그룹에 소속되지 않은 기업들의 경우 분석기간 동안의 기술변화는 연평균 1.6%의 하락을 보여 그룹 소속 기업들의 연평균 1.7% 하락보다 상대적으로 높은 반면 효율성변화는 연평균 3.2%의 하락을 보여 기술적 효율성, 즉 경영관리효율의 하락이 생산성 하락의 주된 요소임을 나타내고 있다. 기술적 효율성의 변화를 나누어 보면 순수효율성변화는 연평균 1.004인 반면 규모효율성은 0.964로서

적정규모에서 활동하지 못하는 것이 기술효율성 하락의 주된 요소임을 보이고 있다.

〈표 11〉 그룹소속이 아닌 DMU의 맴퀴스트 생산성 지수 변화

생산성 구분 / 연도	Malmquist Index (tfpch)	Technical Change (techch)	Efficiency Change (effch)	Pure Efficiency Change (pech)	Scale Change (sech)
2000/2001	0.888	0.892	0.996	0.985	1.011
2001/2002	0.912	0.995	0.917	1.026	0.893
2002/2003	1.071	1.059	1.011	1.050	0.963
2003/2004	0.951	1.000	0.952	0.958	0.994
평균 (표준편차)	0.953 (0.069)	0.984 (0.029)	0.968 (0.075)	1.004 (0.046)	0.964 (0.065)

이는 그룹 소속기업들의 규모효율성변화가 연평균 0.999인 것과 비교할 때 그룹에 소속되지 않은 기업들은 제한된 시장에서 규모의 경제를 획득하지 못하는 것이 생산성 하락의 주요 요소임을 나타낸다. 한편, 그룹 소속이 아닌 기업들의 생산성 및 효율성 변화는 상대적으로 표준편차가 크지만 기술변화는 평균 및 표준편차가 그룹소속인 기업들과 거의 같음이 주목된다. 이는 차별화된 솔루션과 시장을 보유하여 기술변화와 효율성변화 측면에서 양호하나 충분한 시장을 확보하지 못한 일부 기업들은 대규모 그룹소속기업들로부터 인수합병의 대상이 될 가능성이 있으며, 그렇지 못한 독립적인 기업들의 경우 규모효율성 확보의 실패가 계속된다면 경영효율성의 저하를 촉진하고 기술진보의 정체 내지는 퇴보를 동반하게 되어 결국 생산성의 하락이 가속될 수 있음을 시사한다.

4.6 효율성의 영향요인 분석

고객 또는 시장포트폴리오의 선택은 기업의 대표적인 시장행동이며 이에 따라 이익, 생산성, 효율성 등의 성과에 영향을 미친다. 본 연구에서는 이러한 관점에서 총 매출 중 특수관계자의 비중과 효율성의 상관관계를 분석하였다. 생산구조의 관점에서 보면 SI기업의 경우 생산에 필요한 원재료는 정보가 대부분이므로 정보관리의 생산성은 효율성의 원인 또는 영향변수가 될 수 있다. 정보관리의 생산성은 정보생산성(Information Productivity) 을 대리변수로 설정하였으며, 개략적인 산출방식인 '경제적 부가가치(EVA)/판매비 및 일반관리비'를 적용하였다(Strassmann, 1999).

일반적인 생산성 측정지표인 인당매출은 단일투입, 단일산출의 측정이라는 측면에서 기술적 효율성과 유사하나, 기술적 효율성은 복수의 입출력에 관한 종합적 측정이므로 이들간의 상관관계도 살펴보았다. 재무적 관점의 대표적인 성과지표인 EBITDA율, 부가가치율, 투하자본수익률(ROIC) 등과 기술적 효율성 간의 관계를 분석하면 기업행동과 성과의 관계를 보다 구체적으로 이해할 수 있다. 위에서 언급한 변수들과 기술적 효율성 및 순수 기술적 효율성 간의 상관관계를 분석한 결과는 <표 12>와 같다. 상관관계의 분석에서도 DEA효율성점수의 분포특성을 고려하여 비모수적 순위상관분석인 Spearman의 rho를 이용하여 검정하였다. 먼저 총 매출 중 특수관계자 매출의 비중은 기술적 효율성의 경우 1% 유의수준에서 정(+)의 강한 상관(상관계수 0.414)을 나타내며, 순수 기술적 효율성의 경우도 1% 유의수준에서 정(+)의 상관(상관계수 0.252)을 나타내고 있다. 이는 그룹 내 계열사와의 거래 비중이 클수록 외부수주에 의해 같은 크기의 매출을 달성하는 경우보다 안정적인 매출을 바탕으로 시장의 불확실성이나 수익변동 상황을 회피할 수 있으며 자원조달 측면에서도 유리하므로 효율적인 경영관리가 가능함을 시사한다.

〈표 12〉 효율성과 영향요인들간의 상관분석 (Spearman의 rho)

영향요인	TE	PTE	N
내부매출비율	0.414(***)	0.252(***)	200
EVA/판관비	0.551(***)	0.455(***)	75
인당매출	0.365(***)	0.247(***)	200
EBITDA/매출	0.287(***)	0.268(***)	200
부가가치율	0.236(***)	0.262(***)	200
투하자본수익률	0.490(***)	0.427(***)	75

주) * $p<0.1$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$

정보생산성과 기술적 효율성 및 순수 기술적 효율성의 상관관계도 기술적 효율성의 경우 1% 유의수준에서 정(+)의 강한 상관(상관계수 0.551)이 있으며, 순수 기술적 효율성의 경우도 1% 유의수준에서 정(+)의 강한 상관(상관계수 0.455)이 있음을 검증하였다. 정보생산성이 높을수록 정보처리의 프로세스, 정보시스템의 구축과 운영, 정보시스템의 활용도 등이 기업의 가치창조에 효과적으로 기여함을 말하므로 이는 곧 기업의 높은 효율성과 직결됨을 의미한다. 기업의 대표적인 재무지표 중에서 EBITDA율, 부가가치율, 투하자본 수익률(ROIC)과 기술적 효율성 및 순수 기술적 효율성 간의 상관관계를 분석한 결과 1% 수준에서 모두 유의하며, 0.262에서 0.490까지 비교적 강한 상관계수를 보이고 있다. DEA에 의한 효율성점수는 위와 같은 지표가 개별적으로 나타내는 부분적인 효율성을 단일 차원으로 종합하여 DMU 전체를 표현하는 지표임을 확인할 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 DEA를 이용하여 국내 SI기업을 대상으로 효율성을 측정, 분석하였으며 분석한 결과 주요 결론과 시사점은 다음과 같다.

첫째, 2000년부터 2004년까지 40개 SI기업의 기술적 효율성, 순수기술적 효율성을 투입물 기준으로 측정한 결과 평균적으로 국내 SI기업의 기술적 효율성은 약간 하락하고 있음을 확인하였다. 그리고 기술적 효율성 및 순수 기술적 효율성의 표준편차와 최대값-최소값의 범위는 상당히 증가하고 있어 양극화가 심화되고 있음을 알 수 있다. 이는 일부 선도기업은 점진적인 경영관리 개선활동을 통하여 성과가 좋아진 반면, 선도 기업을 추격하는 나머지 기업에서 혁신노력의 부족이나 실패 등으로 인해 지속적으로 좋지 않은 성과를 보인 결과라고 볼 수 있다. 같은 기간 동안의 맴퀴스트 생산성지수도 연평균 2.6% 하락하고 있으며, 기술적 효율성변화는 연평균 1%, 기술변화는 연평균 1.6% 하락하였다. 한편, 효율성변화를 분해하면 규모효율성의 퇴보(0.987)와 순수기술변화의 향상(1.003)으로 구성된다. 이는 규모의 효과를 통제하면 순수기술적 효율성은 향상되고 있지만, 기존기술로는 성장의 한계가 있는 시장에서 일정 규모를 획득하지 못한 기업의 규모효율성 하락이 효율성 변화의 하락 추세를 주도하고 있음을 의미한다.

둘째, 효율성점수와 수익성 매트릭스를 통하여 선도기업과 추격기업을 식별하고, 효율성점수의 시계열 통계를 이용하여 최근 5년간 가장 우수한 기업군을 식별하고 효율성의 변동과정을 분석하였다. 위에서 분석한 결과와 같이 추격기업군은 지속적인 효율성 하락을 보이고 있어 사업모델, 경영전략, 프로세스역량, 정보시스템 등의 혁신전략의 수립과 실천이 시급하다고 볼 수 있다. 그렇지 못할 경우 국내의 다른 산업이 예와 같이 기업인수합병의 진행이 예상된다.

셋째, 그룹에 소속된 기업에 그렇지 않은 기업간에 효율성의 차이를 검정한 결과 효율성의 차이가 없다는 가설은 기술적 효율성 및 순수 기술적 효율성의 경우 모두 유의수준 1%에서 기각되었다. 즉, 기업집단의 소속여부에 따라 효율성점수의 차이가 존재하며, 기업집단에 소속된 기업이 그렇지 않은 기업에 비해 효율성이 높다고 할 수 있다. 또한 두 집단 별로 모든 DMU들이 효율적이 되도록 통제한 다음 두 집단간의 효율성차이를 검정한 결과 기술적 효율성의 경우 유의수준 10%, 순수 기술적 효율성의 경우 유의수준 5%에서 역시 기각되었다. 즉, 기업집단에 소속된 경우 그에 따른 전략, 시장, 자원 등의 혜택을 받게 되므로 두 집단간 효율성점수의 차이는 개별 기업의 경영능력에 따른 차이가 아니라 기업집단에 소속여부에 따른 차이라고 할 수 있다.

넷째, 효율성에 영향을 미치는 각종 요인과 기술적 효율성 및 순수 기술적 효율성 간의 상관관계를 분석한 결과, 내부매출비중과 기술적 효율성 및 순수 기술적 효율성의 상관관계를 확인하였다. 이는 그룹 내 계열사와의 거래 비중이 클수록 안

정적인 매출을 바탕으로 시장의 불확실성이나 수익변동상황을 회피할 수 있으며 자원조달 측면에서도 유리하므로 효율적인 경영관리가 가능함을 시사한다.

정보생산성과 기술적 효율성 및 순수 기술적 효율성의 관계도 강한 상관이 있음을 검증하였다. 정보생산성이 높을수록 정보처리의 프로세스, 정보시스템의 구축과 운영, 정보시스템의 활용도 등이 기업의 가치창조에 효과적으로 기여함을 말하므로 이는 곧 기업의 높은 효율성과 직결됨을 의미한다. 기업의 대표적인 재무지표 중에서 EBITDA율, 부가가치율, 투하자본 수익률(ROIC)과 기술적 효율성 및 순수 기술적 효율성 간에도 역시 강한 상관계수를 보이고 있다. 따라서 DEA에 의한 효율성점수는 위와 같은 지표가 개별적으로 나타내는 부분적인 효율성을 단일 차원으로 종합하여 DMU 전체를 표현하는 지표임을 확인할 수 있다. 기술적 비효율성이 큰 기업은 우선 본 연구와 같이 효율성에 관한 계량적 벤치마킹을 통하여 목표를 설정하고, 목표달성을 위한 전략 수립 시 사업, 조직, 비용, 정보시스템 등의 구조 등과 관련하여 본 연구결과를 참조할 수 있을 것이다. 또한 SI산업 전체의 효율성과 생산성에 관한 거시적인 분석결과는 산업 차원의 경쟁력 제고를 위한 정책의 수립이나 평가에 기초자료로 활용할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] 김강정, “국내 소프트웨어 산업의 효율성 분석”, 「생산성논집」, 제19권, 1호(2005), pp.95-111.

[2] 이청호, 이경호, 윤광심, “외환위기 이후 한국 정보기술산업의 경영효율성에 관한 연구”, 「산업경제연구」, 제18권, 2호(2005), pp.719-742.

[3] 정보통신부 외, 「SI산업 활성화 방안」, 2004.

[4] 한국IT서비스산업협회, 「한국 IT서비스산업 시장·사업 환경 전망」, 조사연구자료, 2005.

[5] Athanassopoulos, A. D. and E. Thanassoulis, “Separating market efficiency from profitability and it’s implications for planning”, *Journal of the Operational Research Society*, Vol.46(1995), pp.20-34.

[6] Banker, R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper, “Some models for estimating technical and scale efficiencies in data envelopment analysis”, *Management Science*, Vol. 30(1984), pp.1078-1092.

[7] Charnes, A., W. W. Cooper, and E. Rhodes, “Measuring the efficiency of decision making units”, *European Journal of Operational Research*, Vol.2(1978), pp.429-444.

[8] Brockett, P. L. and B. Golany, “Using rank statistics for determining programmatic efficiency differences in data envelopment analysis”, *Management Science*, Vol.42 (1996), pp.466-472.

[9] Caves, Douglas W., R. Laurits, Christensen, and Diewert, W. Erwin, “The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity”, *Econometrica*, (1982), pp.1393-1414.

[10] Coelli, T. J., “A Guide to DEAP Version 2.1 : A Data Envelopment Analysis Program”, *CEPA Working Paper 96/08*, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, Australia.

[11] Cooper, W. W., L. Seiford, E. Thanassoulis, and S. H. Zanakis, “DEA and its uses in different countries”, *European Journal of Operational Research*, Vol.154(2004), pp. 337-344.

[12] Fare, R., S. Grosskopf, M. Norris, and Z. Zang, “Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries”, *American Economic Review*,

(1994), pp.66-83.

[13] Farrell, M. J., "The measurement of productive efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol.A120, No.3(1957), pp. 253-281.

[14] Strassmann, P. A., *Information Productivity*, Information Economics Press, CT, USA, 1999.

◈ 저 자 소 개 ◈

김 건 식 (konshik@kookmin.ac.kr)

한국과학기술원에서 테크노경영석사, 서울산업대학교 산업정보시스템전공 박사과정에 재학 중이다. GS건설에서 정보화전략 등을 담당하였고 현재 국민대학교 BIT대학원의 겸임교수로 재직 중이다. 관심분야는 프로젝트관리, 시스템다이내믹스 등이다.