

IT 기업의 R&D 투자 및 운영 효율성 분석 : 서비스업 및 제조업의 비교를 중심으로

김창희* · 이규석** · 김수욱***

R&D Investment and Operational Efficiency Analysis of IT Firms : Comparative Analysis of Service and Manufacturing Sectors

Changhee Kim* · Gyusuk Lee** · Soowook Kim***

■ Abstract ■

In this study, we conducted a comparative analysis of R&D investment efficiency and operational efficiency of IT firms using Data Envelopment Analysis (DEA). We categorized thirteen sample firms into two groups-IT manufacturing and IT service-after an extensive literature review on IT industry classification. We adopted an output-oriented two-stage DEA model suggested by Banker et al. (1984) with total asset and R&D investment as input variables. Then, we constructed investment efficiency and operational efficiency by using Return on Equity (ROE) and Return on Asset (ROA) as intervening variables and operating income and Earnings Per Share (EPS) as output variables.

The outcome of the analysis is summarized as follows. First of all, IT manufacturing firms were more efficient (57% on average) than IT service firms. To be specific, IT service firms showed decreasing returns to scale (DRS) with diseconomy of scale. In contrast, IT service firms showed higher operational efficiency (81.5% on average) than IT manufacturing firms. Also, we conducted a Mann-Whitney U test to compare the output of IT service firms and IT manufacturing firms. Lastly, we found a negative correlation ($R^2 = -.754$) between R&D investment efficiency and operational efficiency which infers the trade-off between two constructs

Keyword : Efficiency Analysis, Data Envelopment Analysis, Comparative Analysis, IT Industry

1. 서 론

오늘날 경제 수준과 과학 기술의 발전으로 인해 기업들의 기술 수준은 더욱 빠르게 발전하고 있다. 특히 IT 업계의 경우 이러한 변화에 가장 민감하게 영향을 받는 산업이라 할 수 있다. 연구개발에 충분한 자원을 투자하지 못하는 IT 기업들은 경쟁사들에게 쉽게 추월당하기 마련이기에, 수많은 IT 기업들은 자사의 연구개발 역량을 높이기 위해 상당한 규모의 예산을 편성하고 있으며 이를 효율적으로 집행하는 데 큰 관심을 가지고 있다.

하지만 연구개발은 본질적으로 투자 대비 회수 시점이나 규모가 불확실하다는 특징이 있다. 따라서 많은 기업들에게 있어 효율적인 R&D 투자 관련 의사결정을 내리고, 이를 운영하고 관리하기 까다롭다는 측면이 있다.

이러한 현실적인 요구를 기반으로, 본 연구는 다양한 IT 기업들의 R&D 투자 효율성을 분석함으로써 효율적인 투자 의사 결정에 도움이 되는 결론을 도출하는 것을 목표로 한다.

본 연구의 특징은 다음과 같다. 우선, 선행연구를 통해 IT 기업을 제조기반 업체와 서비스기반 업체로 분류하여 두 집단에서의 R&D 투자 효율성 및 운영 효율성이 어떠한 차이를 보이는지 관찰하였다. 둘째, 본 연구에서는 효율성 분석에 주로 사용되는 도구인 자료포락분석(DEA : Data Envelopment Analysis) 기법 중 두 단계의 요인을 함께 다루기에 적합한 Two-Stage DEA 모델을 적용하였다.

특히 IT 기업을 제조업과 서비스업으로 분류하여 비교하려는 접근은 새로운 시도로, 본 연구의 주제와 직접적으로 관련이 있는 선행 연구는 아직까지 발견된 바 없다. 관련 분야의 유사한 연구로는 IT서비스 기업들의 R&D 예산편성 및 투자전략을 연구한 Kim(2013) 등을 들 수 있으나, 이는 IT서비스 기업들의 R&D 부문에만 초점을 맞추었다는 측면에서 본 연구와는 차이를 보인다. 또한, Kim and Cho(2010)의 경우 국내 IT 산업군에 속한 기업들을 7개의 집단으로 나누어 DEA 분석을 통해

효율성 분석을 시도하였으나 분석에 사용된 원자료가 2005년~2007년으로 너무 오래되었으며 분석에 사용된 요인 또한 R&D 효율성에 집중한 본 연구와는 차이를 보인다.

이에 본 연구에서는 국내 IT 산업군에 속한 기업들을 투자 효율성과 운영 효율성으로 나누어 IT 제조업과 서비스업의 효율성 차이를 분석하여 IT 산업의 투자 및 운영의 효율성 개선을 위한 정책적, 실무적 시사점을 도출하는 데 그 목적이 있다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 우선, 제 2장에서 IT 산업 및 산업 분류 기준과 자료포락분석(DEA) 기법 및 효율성 분석 분야의 이론적 배경을 탐색한 후 제 3장에서는 연구 모형을 설정하고 수집된 자료의 특성을 살펴 볼 것이다. 다음으로 제 4장에서 연구 결과를 통해 IT 기업의 R&D 투자 효율성을 분석한 후 제 5장에서 시사점 및 후속 연구의 가능성을 살펴 볼 것이다.

2. 이론적 배경

2.1 IT 산업

최근 경제 성장에 따라 IT 산업의 수요는 계속 증가하고 있으며, IT 산업이 국가 경쟁력 및 국가 경제에서 차지하는 비중이 증가하는 등, IT 산업의 역할이 중요해지고 있다(Heo et al., 2008).

이에 따라 IT 산업이 국가 경제 및 국가 경쟁력에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구가 이어지고 있으며, Chung(2008)에서는 산업 연관표를 이용하여 IT 산업의 구조를 분석하고 파급 효과를 분석하였으며, Oh and Baek(2005)에서는 IT 산업이 경제 구조의 변화에 미치는 영향에 대해 분석하였다.

Chung and Chung(2004) 또한 산업연관표를 활용하여 정보통신산업 수출 및 가격 변화의 파급 효과 분석을 실시하였고, 이외에도 많은 연구들이 산업연관분석을 활용하여 IT 산업의 효과성을 분석하였다(Kim and Kim, 2002; Song and Kim, 2008;

Hong and Hong, 2002; Kim, 2007a).

이외에도 Yoon(2000)에 따르면 산업을 평가하기 위한 생산성비율은 기업활동의 성과 뿐 아니라 효율까지 측정하여야 한다고 언급하고 있지만, 현재 국내 IT산업의 효율성을 분석한 연구는 여전히 매우 부족한 실정이다.

An(2005)의 IT 투자에 따른 은행의 기술적 효율성을 분석한 연구와 국내 IT 산업 부문 간 효율성을 비교 평가한 Hong et al.(2012)의 연구 및 Jang and Chung(2010)이 호텔 기업의 IT 혁신 요소가 효율성에 미치는 영향을 살펴본 연구 등에서 부분적으로 유사성을 발견할 수 있으나, 본 연구와 직접적으로 관련된 선행연구는 아직까지 수행되지 않았다.

국내외에서는 IT 산업을 분류하기 위해서 세 가지 분류 체계로 한국표준산업분류(KSIC), Gartner 분류, IT서비스학계의 분류 등이 가장 많이 사용되고 있다. 이 중 본 연구에서는 Gartner의 기준에 따라 IT 제조 산업을 하드웨어 제조업과 소프트웨어 제조업으로 나누고, KRG(Knowledge Research Group)에서 발표한 국내 IT 기업 중 상장 기업 13개를 각각의 산업군에 따라 IT서비스, 인터넷 포털, 유무선 통신 등의 서비스 업종과 하드웨어 및 소프트웨어를 생산하는 제조 업종으로 재분류하여 효율성을 측정하기로 한다.

2.2 자료포락분석(DEA)

자료포락분석(DEA : Data Envelopment Analysis)은 의사 결정 목표를 달성하기 위하여 한정된 자원을 배분하는 선형계획법을 기반으로 Charnes et al.(1978)에 의해 고안된 이후 여러 분야에서 광범위하게 활용되고 있다.

실제로 차세대 첨단 콘텐츠 육성사업에 참여한 IT서비스 기업들의 효율성을 DEA 기법을 통해 평가한 Shin and Yang(2007), IT 산업에 속한 여러 기업들의 효율성을 3개년에 걸쳐 분석한 Kim and Cho(2010), 그리고 DEA와 생산성지수분석을 통

해 국내 SI 서비스 기업의 효율성을 분석한 Kim (2006b) 등의 연구를 통해 DEA 기법이 IT 분야의 효율성 분석에서도 널리 활용되고 있음을 확인할 수 있다.

DEA에서는 평가 대상이 되는 각 의사결정단위(DMU : Decision Making Unit)들의 투입물의 가중 합계에 대한 산출물의 가중 합계 비율이 1을 초과해서는 안되며, 각 투입 요소와 산출 요소의 가중치가 0보다 크다는 제약 조건 하에 투입물 가중 합계에 대한 산출물 가중합계의 비율을 최대화시키고자 하는 선형계획법이다.

더불어, DEA의 기본적인 모형 연구인 규모수익 불변(CRS : Constant Return to Scale)을 가정하는 Input-Oriented CCR Model은 다음 식과 같이 수리적으로 도출된다(Charnes et al., 1978).

$$\text{Max } h_0(\text{Efficiency of } DMU_0) = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$$

$$\text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$u_r \geq \epsilon > 0, \quad r = 1, 2, 3, \dots, s$$

$$v_i \geq \epsilon > 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

u_r = The weight assigned to the r th output

v_i = The weight assigned to the i th input

y_{rj} = The amount of r th output of DMU_j

x_{ij} = The amount of i th input of DMU_j

ϵ = non-Archimedean Number

n = The number of DMU

m = The number of input variables

s = The number of output variables

<Formula 1> Input-Oriented CCR Model

2.3 IT 산업의 효율성

앞에서도 서술하였듯, IT 산업과 관련된 국내의 효율성 연구는 주로 산업별 비교가 아닌 각 세부 산업에 속하는 기업 간의 효율성 연구에 초점을 맞추어 진행되어 왔다. 하지만 기업 간의 효율성 연

구는 정부의 IT 지원 및 투자 정책 수립이 기업별로 수행되는 것이 아니라는 점에서 정책적 및 실무적 시사점을 갖기는 어렵다. 이에 산업별로 기업을 분류하여 산업군 간의 효율성 차이를 분석하는 것은 개별 기업의 문제점을 분석하는 것에서 나아가 산업군의 효율성 개선 방안을 도출할 수 있다는 점에서 본 연구의 의의가 있다. 본 연구와의 비교를 위해 기존에 IT 산업의 효율성 분석을 시도한 다양한 연구들의 투입 요소와 산출 요소를 아래와 같이 정리하였다.

<Table 1> Literature Review on Efficiency Analysis of IT Industry

Author(s)	Input	Output
Kim (2006a)	- Investments - Marketing Expenses	Net Income
Lee et al. (2005)	- Number of Access Paths - Number of Employees	Revenue
Kim(2007b)	- Total Assets - Number of Executives and Staff - Expenses for Education and Training	- Sales - Incomes from Continuing Operations
Hong et al. (2012)	- Number of Employees - Investments - Cost of Sales	- Value Added - Net Income - Sales

이와 같은 선행 연구를 살펴보면, 일반적으로 투자 금액과 종사자 수와 같은 변동비, 총 자산, 자본과 같은 고정비 등을 골고루 투입 요소로 두고, 영업 이익, 매출액 등과 같은 수익 요소를 산출 요소로 하여 분석을 진행한 것을 알 수 있다.

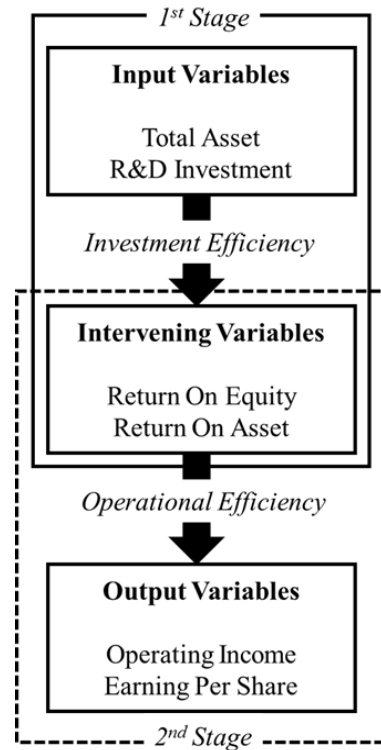
3. 모형 설정

3.1 투입 요소 및 산출 요소의 설정

선행 연구를 통해, 본 연구에서는 각 기업의 고정

비를 대표하는 총 자산과 R&D 투자 금액을 투입 변수로 하고 영업이익과 주당 순이익(EPS : Earning Per Share)을 산출 변수로 하여 일반적인 운영 효율성을 측정하는 기본 모형과 자기자본이익률(ROE : Return on Equity)과 총자산순이익률(ROA : Return on Asset)을 매개 변수로 설정하고, Banker et al.(1984)가 제시한 Output-Oriented BCC 모형을 활용하여 Two-Stage DEA 모형을 설계하였다.

이를 통해 IT 산업군에 속한 각 기업이 가진 총 자산과 이를 투자한 R&D 투자 금액을 활용하여 얼마나 높은 수익을 얻었는가에 대한 투자 효율성(Investment Efficiency)을 계산하고, 이를 통해 얼마만큼의 영업 이익 및 EPS를 산출하였는지를 계산하여 운영 효율성(Operational Efficiency)을 계산한다. 이에 따라 본 연구의 모형은 <Figure 1> 과 같이 표현될 수 있다.



<Figure 1> Research Model of the Study

3.2 의사 결정 단위 (DMU) 설정

앞서 살펴본 기존의 문헌들은 주로 통신 산업에 치우쳐져 있었으며, IT 산업의 각 부문별로 비교한 Hong et al.(2012)의 연구에서도 각각의 산업 부문을 통합하여 비교하였다.

본 연구에서는 앞서 언급한 IT 산업을 분류한 선행 연구 조사를 재구성하고, KRG(Knowledge Research Group)에서 발표한 국내 기업 중 상장 기업 13개를 DMU로 선정하였으며 산업 분류는 아래 <Table 2>와 같다. <Table 2>를 살펴보면 전체 7개의 IT서비스업체와 6개의 IT 제조업체를 선정하였으며, 서비스업의 3개 분류, 제조업의 2개 분류로 구성하여 각 분류별 최소 2개의 DMU가 포함되도록 구성하였다.

Nyhan and Martin(1999)에 의하면, DEA에서는 투입요소와 산출 요소의 적정 수는 DMU에 의해서 제한된다. 이는 DEA에서 투입 요소와 산출 요소의 수가 증가할수록 효율적인 DMU가 증가하는 특징을 가지고 있어 비효율적인 DMU의 판별이 어려워지기 때문이다.

이에 Banker et al.(1984)과 Nunamaker(1985) 등의 선행 연구에서는 DMU의 수가 투입 요소와 산출 요소의 수를 합한 것 보다 3배 이상이 되어

야 한다고 주장하였으며, Boussofiane et al.(1991)에서는 DMU의 수가 투입요소의 수와 산출 요소의 수를 곱한 것보다 커야 한다고 주장하였다.

본 연구에서 사용할 DMU의 개수와 투입 및 산출 요소의 개수는 스테이지 별로 각 2개이며 13개의 DMU로 구성되어, Banker et al.(1984), Nunamaker (1985)의 기준으로 12개 이상의 DMU와 Boussofiane et al.(1991) 기준의 4개 이상의 DMU 기준을 모두 충족시키므로 적절하다고 할 수 있다.

3.3 자료 수집 및 표본 특성

본 연구에서 사용될 13개의 IT 기업은 모두 상장사로 매년 국제회계기준(IFRS : International Financial Reporting Standards)에 따라 연간 보고서를 발간하고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 13개의 IT 기업이 발간한 연간 보고서 중 가장 최신판인 2014년도 기준 연간보고서를 바탕으로 자료를 수집하였다.

수집 결과 각 기업 간의 규모의 차이로 인하여 수집된 데이터 간의 표준 편차가 크게 나타났으며 영업 이익 및 ROA와 같은 경우 음수로 나타나기도 하였다.

이를 보완하기 위하여 Sarkis(2007)에서 제시한 방법대로 각 변수의 평균으로 해당 변수 값을 다시 나눈 값으로 치환하여 데이터의 표준 편차를 줄이고, 음수 값을 0.0001과 같이 0에 가까운 작은 값으로 치환한 데이터를 최종적으로 사용하였다. 본 연구에서 사용된 데이터의 일반적 표본 특성은 <Table 3>과 같다.

<Table 2> List of Decision Making Units

Classification	Industry	Decision Making Units
IT Service	IT Service	Samsung SDS
		SK C&C
	Internet Portal	Naver
		DaumKakao
	Telecommunications	KT
		SKT
LG Uplus		
IT Manufacturing	Hardware Manufacturing	Korea Computer
		Bit Computer
		Comtech System
	Software Manufacturing	Ahn Lab
		MDS Technology
		Hancom Soft

<Table 3> Descriptive Statistics of the Data

Variables	SD	Median	Max	Min
Total Asset	1.5884	0.3933	4.7986	0.0073
Investment	1.5973	0.1218	4.4533	0.0004
ROE	0.7974	0.9502	3.0595	0.0001
ROA	0.7684	1.0809	2.4287	0.0001
Profit	1.6008	0.0839	5.5707	0.0001
EPS	1.6109	0.2171	5.3639	0.0001

4. 분석 결과

4.1 투자 효율성

본 연구의 제 3장에서 변환된 최종 데이터를 이용하여 각 기업의 투자 효율성을 규모수익불변(CRS) 기준과 규모수익가변(VRS : Variables Return to Scale)의 기준에 따라 분석한 결과는 아래 <Table 4>와 같다.

<Table 4> Investment Efficiency Score

DMU	Investment Efficiency		
	CRS	VRS	SE
Samsung SDS	0.0186	0.5401	0.0344
SK C&C	0.0106	0.3029	0.0350
Naver	0.0803	1.0000	0.0803
Daum Kakao	0.0467	0.7541	0.0619
KT	0.0000	0.0067	0.0000
SKT	0.0045	0.4630	0.0097
LG Uplus	0.0045	0.2002	0.0225
Korea Computer	0.7823	0.8036	0.9735
Bit Computer	1.0000	1.0000	1.0000
Comtech System	0.0110	0.0111	0.9910
Ahn Lab	0.3326	0.4622	0.7196
MDS Technology	1.0000	1.0000	1.0000
Hancom Soft	0.9147	1.0000	0.9147

<Table 4>를 살펴보면 가장 투자 효율성이 높은 기업은 규모수익불변 기준으로 비트컴퓨터와 MDS 테크놀로지 등 2개 기업이 1의 효율성 점수를 가지는 것으로 분석되었으며, 규모수익가변 기준으로는 Naver, 비트컴퓨터, MDS 테크놀로지, 한글과 컴퓨터 등 4개 기업이 1의 효율성 점수를 가지는 것으로 나타났다.

또한 규모 효율성(SE : Scale Efficiency)를 살펴보면, IT서비스 기업 6개 회사 모두 규모수익체감(DRS : Decreasing Return to Scale)으로 나타났고, IT 제조 기업은 규모수익체증(IRS : Increasing Return to Scale)을 보이는 한국컴퓨터, 콤팩트 시스템 등의 하드웨어 제조기업과 규모수익체감을

보이는 안랩, 한글과 컴퓨터 등의 소프트웨어 제조 기업으로 나뉘었다.

이러한 결과를 살펴보면, IT서비스 기업에서는 투자액을 증가시킬 때, 수익이 오히려 더 감소하는 규모의 비경제(Diseconomies of Scale)가 존재하였으며, IT 제조 기업에서는 하드웨어 제조기업의 경우 투자액을 증가시킬 때 수익이 증가하는 규모의 경제(Economies of Scale)가 존재하고, 소프트웨어 제조기업의 경우는 규모의 비경제가 존재하는 것으로 분석되었다. 이는 Chung(2011)에서 지적한 대로 IT서비스업은 기술 진보 측면을 활성화시켜 규모 효과를 극대화 시켜야 할 것이며, 또한 IT 제조 기업 중 소프트웨어 제조 기업에서는 기술적 효율성을 높이기 위한 다각적인 방안이 요구된다. 마지막으로, 이러한 분석 결과를 바탕으로 투자 효율성의 산출 부족분과 투영점(Projection Point)을 살펴보면 <Table 5>와 같다.

<Table 5> Investment Efficiency : Shortage of Output and Projection Point

DMU	Shortage of Output		Projection Point	
	ROE	ROA	ROE	ROA
Samsung SDS	17.39	6.82	27.82	14.83
SK C&C	11.53	10.33	16.54	12.78
Naver	0	0	27.82	14.83
Daum Kakao	8.045	3.274	19.45	13.31
KT	27.72	14.73	27.82	14.83
SKT	14.94	8.23	27.82	14.83
LG Uplus	22.25	12.91	27.82	14.83
Korea Computer	2.357	1.62	10.99	8.25
Bit Computer	0	0	4.3	2.48
Comtech System	11.8	8.93	11.90	9.03
Ahn Lab	7.122	6.328	13.24	11.18
MDS Technology	0	0	12.17	9.26
Hancom Soft	0	0	13.86	12.3

<Table 5>의 결과를 살펴보면, IT서비스업의 경우 평균적으로 ROE 부족분이 14.55, ROA 부족분이 8.04로 IT 제조업의 ROE 부족분의 평균

인 3.55와 ROA 부족분의 평균인 2.81 보다 높은 것으로 도출되었다. 즉, IT서비스업의 경우, 높은 투자 효율성을 달성하기 위하여 평균적으로 57% 정도의 산출분을 증가시켜야 하며, IT 제조업의 경우 평균 29%의 산출분을 증가시켜야 하는 것으로 나타났으며, 이때의 산출분은 ROE, ROA를 뜻하며, 이를 높이기 위해서 자본의 효율적으로 사용하여야 한다는 것을 의미한다. <Table 5>의 결과를 정리하면, IT서비스업의 투자 효율성이 IT 제조업에 비해 낮은 것으로 분석되었다.

4.2 운영 효율성

다음으로 <Table 6>을 통해 가장 운영 효율성이 높은 기업은 규모수익분별 기준으로 SKT와 LG Uplus 등 2개 기업이 1의 효율성 점수를 가지는 것으로 확인되었으며, 규모수익가변 기준으로는 SKT와 LG Uplus, KT, 콤텍시스템 등 4개 기업이 1의 효율성 점수를 가지는 것으로 나타났다.

<Table 6> Operational Efficiency Score

Classification	Operational Efficiency		
	CRS	VRS	SE
DMU			
Samsung SDS	0.4015	0.4022	0.9983
SK C&C	0.3974	0.4053	0.9805
Naver	0.2861	0.6181	0.4629
Daum Kakao	0.3095	0.3098	0.9990
KT	0.0007	1.0000	0.0007
SKT	1.0000	1.0000	1.0000
LG Uplus	1.0000	1.0000	1.0000
Korea Computer	0.0297	0.0298	0.9966
Bit Computer	0.0106	0.0108	0.9815
Comtech System	0.0007	1.0000	0.0007
Ahn Lab	0.0852	0.0859	0.9919
MDS Technology	0.0547	0.0547	1.0000
Hancom Soft	0.0362	0.0390	0.9282

<Table 6>의 기술 효율성 점수를 사용하여 규모 수익을 분석해 보면, Naver와 한글과 컴퓨터를

제외한 모든 기업이 규모수익체증인 것으로 분석되어 IT 산업 전반적으로 운영에 대한 효율성이 규모의 경제가 있는 것으로 나타났다. 또한 이와 같은 분석 결과를 바탕으로 운영 효율성의 산출 부족분과 투영점을 살펴보면 <Table 7>와 같다.

<Table 7> Operational Efficiency : Shortage of Output and Projection Point

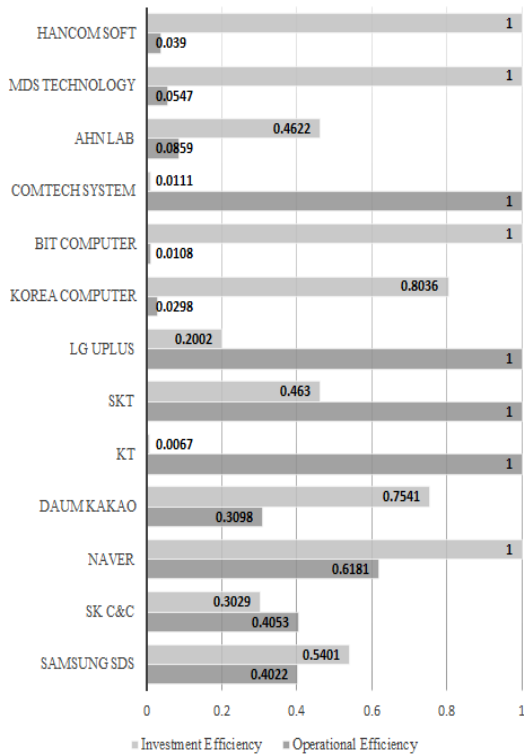
Classification	Shortage of Output		Projection Point	
	O/I	EPS	O/I	EPS
DMU				
Samsung SDS	8818	12695	14752	18031
SK C&C	3984	4643	6699	7189
Naver	10669	8520	18251	22307
Daum Kakao	14388	13626	16152	19742
KT	0	0	0	0
SKT	0	0	18251	22307
LG Uplus	0	0	5763	523
Korea Computer	12112	14462	12195	14906
Bit Computer	5971	7251	5997	7330
Comtech System	0	0	0	0
Ahn Lab	8506	9604	8596	10507
MDS Technology	17128	19915	17236	21067
Hancom Soft	17976	21437	18251	22307

<Table 7>의 결과를 살펴보면, IT서비스업의 경우 평균적으로 영업 이익의 부족분이 5,408억 원, EPS의 부족분이 5,641원으로 IT 제조업의 영업 이익 부족분의 평균인 10,282억 원과 EPS 부족분의 평균인 12,111원 보다 낮은 것으로 도출되었다.

즉, IT서비스업의 경우, 높은 운영 효율성을 달성하기 위하여 평균적으로 36.5% 정도의 산출분을 증가시켜야 하며, IT 제조업의 경우 평균 81.5%의 산출분을 증가시켜야 하는 것으로 나타났으며, 이때의 산출분은 영업이익과 EPS를 뜻한다. 분석 결과, 투자 효율성과 반대로, IT서비스업의 운영 효율성이 IT 제조업에 비해 높은 것으로 분석되었으며 IT 제조 기업은 이때의 산출분인 영업이익과 EPS를 높이기 위하여 경영 실적 및 당기 순이익 등에 더욱 집중해야 한다는 결론을 내릴 수 있다.

4.3 투자 효율성 및 운영 효율성 비교

아래 <Figure 2>는 본 연구에서 규모수익가변의 기준으로 분석한 IT 산업의 13개 기업의 투자 효율성과 운영 효율성을 비교하여 나타낸 자료이다. 이를 통해 기업들이 집단에 따라 투자 효율성과 운영 효율성을 다르게 가지고 있음을 명료하게 확인할 수 있다.



<Figure 2> Comparison Between Investment Efficiency and Operational Efficiency

또, 본 연구에서는 IT 산업 내 서비스업과 제조업에 속하는 기업들의 투자 효율성과 운영 효율성의 정확한 비교를 위하여 DEA와 같은 비모수적인 기법의 검증에 널리 활용되는 Mann-Whitney U Test와 순위합검증(Rank-Sum Test) 검사를 실시하였으며 분석 결과는 <Table 8>과 같다.

검증 결과, 0.05의 유의 확률에서 IT서비스 기업과 IT 제조기업의 투자 효율성이 같은 분포를 보

<Table 8> Mann-Whitney U Test and Wilcoxon W Test

	Investment Efficiency	Operational Efficiency
Mann-Whitney U	29.500	5.500
Wilcoxon W	50.500	26.500
Test Statistic	29.500	5.500
Standard Error	6.903	6.903
Exact Sig.	0.234	0.022
IT Service (Rank-sum)	5.79	9.21
IT Manufacturing (Rank-sum)	8.42	4.42

인다는 영가설은 채택되었으며, IT서비스 기업과 IT 제조기업의 운영 효율성이 같은 분포를 보인다는 영가설은 기각되어 0.05의 유의 확률 기준으로는 IT서비스 기업과 IT 제조기업의 운영 효율성만 통계적으로 유의한 차이를 보인다는 것을 알 수 있다.

하지만 순위-합 점수를 살펴보면, 투자효율성 관점에서도 비록 통계적으로 충분히 유의하지는 않지만, 어느 정도 차이를 미루어 짐작할 수 있음을 알 수 있다. 이를 미루어보아 IT서비스 기업은 IT 제조기업에 비해 통계적으로 유의하게 운영 효율성이 높다는 결론을 내릴 수 있다.

마지막으로 본 연구에서는 IT 산업의 13개 기업의 효율성 점수를 대상으로, 투자효율성이 높은 경우, 운영 효율성도 높은지를 알아보기 위해 상관분석을 실시하였으며 상관 분석 결과는 아래 <Table 9>와 같다.

분석 결과, 투자효율성과 운영효율성은 매우 높은 음의 상관관계를 가진다는 것이 나타났다. 이는 투자효율성이 높을수록 운영효율성이 낮고, 운영 효율성이 높을수록 투자효율성이 낮다는 것으로 투자 효율성과 운영 효율성 모두를 갖춘 IT 기업이 적다는 것을 의미한다. 이를 통해 전반적으로 투자효율성이 높은 IT 제조기업은 운영효율성이 낮고, 운영효율성이 상대적으로 높은 IT서비스업은 투자효율성이 낮은 것을 알 수 있다.

〈Table 9〉 Correlation Analysis

		Investment Efficiency	Operational Efficiency
Investment Efficiency	Pearson Correlation	1	-.754**
	Sig.(2-tailed)		.003
	N	13	13
Operational Efficiency	Pearson Correlation	-.754**	1
	Sig.(2-tailed)	.003	
	N	13	13

**Correlation is significant at the 0.01 level(2-tailed).

5. 결 론

본 연구에서는 IT 산업을 IT서비스업, 인터넷 포털 서비스업, 유무선 통신 서비스업과 하드웨어 제조업, 소프트웨어 제조업으로 분류하고, 각 산업군 별로 대표적인 기업 2개 이상을 의사 결정 단위로 선정하여 2-Stage DEA를 이용하여 각각의 투자 효율성과 운영 효율성을 분석한 후 Mann-Whitney U Test를 이용하여 서비스업과 제조업의 차이를 비교하였다.

투자 효율성 분석 결과, 규모수익불변과 규모수익 가변 기준으로 IT 제조업의 투자 효율성이 높은 것으로 나타났으며, IT서비스 기업의 6개 회사 모두 규모수익 체감으로 나타나 규모의 비경제가 존재한다는 사실을 확인하였다. IT서비스 기업의 경우 높은 투자 효율성을 달성하기 위해서 평균 57%의 산출분을 증가시켜야 한다는 결론을 얻을 수 있었다.

운영 효율성 분석 결과, 투자 효율성의 분석 결과와 상반된 결과를 얻을 수 있었는데, 투자 효율성의 결과와는 달리 운영 효율성은 IT서비스 기업이 IT 제조 기업에 비해 높은 것으로 나타났다. 또한 Naver와 한글과 컴퓨터를 제외한 기업들이 모두 규모 수익 체증인 것으로 나타나 IT 산업의 운영 효율성이 규모의 경제가 있다고 해석할 수 있다. 이와 더불어 IT 제조 기업의 경우 평균 81.5%의 산출물을 증가시켜야 규모의 경제를 달성할 수 있어 상당한 수준의 운영 비효율성이 있음을 알 수 있다.

본 연구는 다음과 같은 시사점을 지닌다.

첫째, 본 연구에서는 기존에 활발하게 이루어진 정보통신산업의 효율성 분석 뿐 아니라, IT서비스업, 인터넷 포털 서비스업, 하드웨어 제조업, 소프트웨어 제조업 등 IT 산업을 구성하는 다양한 산업군과 각 산업군을 대표하는 기업을 의사결정단위로 하여 효율성을 분석하였다. 이를 통해 각 산업군별로 효율성을 비교할 수 있는 투입과 산출 요소를 선정할 수 있는 선행연구로써의 가치를 지닌다.

둘째, 기존의 효율성 연구와는 달리 효율성을 투자 효율성과 운영 효율성으로 나누어 두 가지의 효율성 측면에서 IT 산업을 구성하는 서비스업과 제조업의 차이점을 분석하였다는 데 그 의의가 있다. 이를 통해 IT 산업의 운영 효율성의 경우 IT서비스 기업이 제조 기업에 비해 높다는 사실을 통계적으로 증명하였다.

마지막으로, 각 의사결정단위인 13개 기업의 투자 효율성과 운영 효율성을 높이기 위하여 늘려야 하는 산출의 부족분과 지향해야 하는 투영점을 제시함으로써 향후 국가의 지원 정책 등에 근거자료로 사용하거나, 기업 내부의 효율성 향상 계획에 기준을 제시하여 정책적, 실무적 의의가 있다. 분석 결과에 따르면, IT 제조업은 운영 효율성에서 81.5%의 산출분을 증가시켜야 하며, IT서비스업은 투자 효율성에서 57%의 산출분을 증가시켜야 한다. 이를 통해, IT 제조업의 경우 운영 효율성이 IT서비스업보다 낮게 나타나 운영의 효율성을 개선하는 노력이 필요하며, IT서비스업의 경우 투자 효율성을 집중적으로 개선해야 한다는 시사점을 찾을 수 있다.

위와 같은 연구의 의의에도 불구하고 본 연구에서는 다음과 같은 몇 가지 한계점을 지닌다.

첫째, 본 연구에서는 각 IT 산업군별로 대표기업을 KRG에서 발표한 기업을 중심으로 선정하였는데, 이는 DMU의 대표성의 문제가 있을 수 있다. 즉 각 산업군의 전수 조사를 통해 효율성을 측정하면 보다 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이라 생각된다.

둘째, 운영 효율성의 경우 서비스업과 제조업의 차이가 통계적으로 유의하다는 결론이 나왔지만, 투자 효율성의 경우 통계적으로 유의하지 않았다. 하지만 순위합검증 결과로 보았을 때, 투자 효율성의 경우도 서비스업과 제조업에 분명한 차이가 존재하는 것을 볼 때, 앞서 언급한 DMU의 개수를 늘려서 분석한다면 이 차이를 통계적으로 검증할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 본 연구에서는 2014년의 데이터 값만을 사용하여 효율성의 동태적 변화는 분석하지 못하였다. 이후 자료가 축적된다면 맘퀴스트 생산성 분석(MPI : Malmquist Productivity Index) 등의 기법을 사용하여 투자 및 운영 효율성의 변화를 살펴볼 수 있을 것이다.

마지막으로, 본 연구에서는 각 산업군 별로 효율성을 구하였지만 비교하지는 못하였다. 이는 DEA로 구한 효율성 점수의 경우, 비모수적 방법의 한계로 인하여 단순 평균을 내어 구할 수 없기 때문이다. 이에 후속 연구에서는 Simar and Wilson (1998)이 제안한 부트스트랩 기법을 사용하여 이를 보완하거나, DEA 방법이 아닌 경로분석(Path analysis)이나 구조방정식모형(SEM : Structural Equation Modeling)으로도 본 연구를 발전시킬 수 있을 것으로 기대한다.

References

- An, J.K., "IT Investments and Banks' Technical Efficiency", *Social Science Review*, Vol.23, 2005, 95-122.
(안종길, "IT 투자와 은행의 기술적 효율성", *사회과학논총*, 제23권, 2005, 95-122.)
- Banker, R.D., A. Charnes, and W.W. Cooper, "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management science*, Vol.30, No.9, 1984, 1078-1092.
- Boussofiane, A., R.G. Dyson, and E. Thanassoulis, "Applied Data Envelopment Analysis", *European Journal of Operational Research*, Vol.52, No.1, 1991, 1-15.
- Charnes, A., W.W. Cooper, and E. Rhodes, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, Vol.2, No.6, 1978, 429-444.
- Chung, D.J. and H.S. Chung, "An Input-Output Analysis of Export Demand and Prices Change in IT Industry", *Korean Telecommunications Policy Review*, Vol.11, No.2, 2004, 21-54.
(정동진, 정해식, "정보통신산업 수출 및 가격변화의 파급효과 분석 : 2000년 산업연관표를 중심으로", *정보통신정책연구*, 제11권, 제2호, 2004, 21-54.)
- Chung, H.J., "A Study on the IT Industry Structure and Economic Impact Effect Using Input-Output Tables", *Information and Communications Policy*, Vol.20, No.4, 2008, 1-61.
(정현준, "산업연관표를 이용한 IT 산업구조 및 파급효과 분석", *정보통신정책*, 제20권, 제4호, 2008, 1-61.)
- Chung, S.Y., "International Comparison of Total Factor Productivity in ICT Industries", *The Korean Economic Review*, Vol.59, No.1, 2011, 25-53.
(정선영, "정보통신산업의 총요소생산성 국제비교 : 기술적 효율성을 감안한 접근방법", *경제논총*, 제59권, 제1호, 2011, 25-53.)
- Heo, J.Y., S.H. Yoo, and S.J. Kwak, "The Role

- of the IT Industry in the Korean National Economy”, *Journal of Industrial Economics and Business*, Vol.21, No.2, 2008, 483-500.
- (허재용, 유승훈, 광승준, “IT 산업의 산업과급효과 분석”, *산업경제연구*, 제21권, 제2호, 2008, 483-500.)
- Hong, D.P. and J.H. Hong, “An Analysis of Software Industries in Korea, USA and Japan Using Input-Output Tables”, *Korean Telecommunications Policy Review*, Vol.9, No.2, 2002, 247-273.
- (홍동표, 홍종호, “특집 : IT 산업과 한국경제; 산업연관표를 이용한 한, 미, 일 소프트웨어산업 분석”, *정보통신정책연구*, 제9권, 제2호, 2002, 247-273.)
- Hong, J.S., C.J. Yang, and H.Y. Lee, “Comparative Evaluation of Efficiency of the Korean IT Sectors : A Data Envelopment Analysis Approach”, *Journal of the Korea Management Engineers Society*, Vol.17, No.1, 2012, 147-160.
- (홍정식, 양창준, 이학연, “국내 IT 산업 부문 간 효율성 비교 평가 : 자료포락분석(DEA) 기법을 중심으로”, *한국경영공학회지*, 제17권, 제1호, 2012, 147-160.)
- Jang, H.J. and K.Y. Chung, “Impacts of IT Innovation Factors of The Hotel and E-Commerce Diffusion upon E-procurement Efficiency”, *Korean Journal of Hospitality and Tourism*, Vol.19, No.4, 2010, 149-170.
- (장현중, 정규엽, “호텔기업의 IT 혁신요소와 전자상거래확산이 전자조달 효율성에 미치는 영향 : 호텔특성의 조절효과를 중심으로”, *호텔경영학연구*, 제19권, 제4호, 2010, 149-170.)
- Kim, D.H., “Economic Impacts of Information and Communications Technology Industry In Korea Using Input-Output Tables”, *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, Vol.32, No.3, 2007, 81-96.
- (김도환, “산업연관분석에 의한 정보통신산업의 경제적 파급효과”, *한국경영과학회지*, 제32권, 제3호, 2007, 81-96.)
- Kim, H., “A Study on Korean Telecommunications Operators’ Expenditure Efficiency : DEA Approach”, Doctoral dissertation, Master’s Thesis, Information and Communications University, 2006.
- Kim, H.S., “IT Service New Paradigm”, *Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineer*, Vol.26, No.1, 2008, 76-82.
- (김현수, “IT서비스 뉴 패러다임”, *정보과학회지*, 제26권, 제1호, 2008, 76-82.)
- Kim, H.S., “A Study on Service R&D Budgeting and Investment Strategy”, *Journal of Information Technology Services*, Vol.12, No.2, 2013, 373-386.
- (김현수, “서비스 R&D 예산편성 및 투자전략 연구”, *한국IT서비스학회지*, 제12권, 제2호, 2013, 373-386.)
- Kim, J.M. and N.U. Cho, “An Analysis of Efficiency in Korean IT Industry Using the DEA”, *The Society of Korea Industrial and Systems Engineering Fall 2010 Conference Proceedings*, 2010, 1-8.
- (김지민, 조남욱, “DEA를 이용한 국내 IT 산업의 효율성 분석”, *한국산업경영시스템학회 2010년 춘계학술대회 논문집*, 2010, 1-8.)
- Kim, K.S., “Analyzing the Technical Efficiency of Korean System Integration Firms Using DEA and Malmquist Productivity Analysis”, *Journal of Information Technology Services*, Vol.5, No.1, 2006, 1-16.
- (김건식, “자료포락분석과 생산성지수분석을 이용한

- 국내 SI기업의 효율성 분석”, *한국IT서비스학회지*, 제5권, 제1호, 2006, 1-16.)
- Kim, S.H., “An Analysis of Management Efficiency of Korean IT Service Firms : Revisited”, Doctoral dissertation, Master’s Thesis, Information and Communications University, 2007
- Kim, Y.K. and T.S. Kim, “Economic Importance and Inter-industry Effect of Radio Industry”, *Korean Telecommunications Policy Review*, Vol.9, No.2, 2002, 197-217.
- (김용규, 김택식, “전파산업의 경제적 비중과 산업연관효과”, *정보통신정책연구*, 제9권, 제2호, 2002, 197-217.)
- Lee, K., M. Park, and C. Park, “A Comparative Study of the Relative Efficiency and Productivity Growth of Korea’s Fixed Network and Mobile Services-in Relation to 11 OECD Countries”, *Productivity Review*, Vol. 19, No.3, 2005, 271-294.
- Nunamaker, T.R., “Using Data Envelopment Analysis to Measure the Efficiency of Non-Profit Organizations : A Critical Evaluation”, *Managerial and decision Economics*, Vol.6, No.1, 1985, 50-58.
- Nyhan, R.C. and L.L. Martin, “Comparative Performance Measurement : A Primer on Data Envelopment Analysis”, *Public Productivity and Management Review*, 2008, 348-364.
- Oh, W.K. and E.G. Baek, “The Effect of IT industry Development on the Change of Economic Structure”, *Analysis of Korean Economy*, Vol.11, No.2, 2005, 1-63.
- (오완근, 백웅기, “IT 산업의 발전이 경제구조의 변화에 미치는 영향”, *한국경제의 분석*, 제11권, 제2호, 2005, 1-63.)
- Sarkis, J., *Preparing your Data for DEA : In Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis*, 2007, Springer US.
- Shin, J.S. and H.S. Yang, “A Case Study on Efficiency Evaluation of DMUs Performances for Digital Pioneer Project by Data Envelopment Analysis Model”, *Korean Society of IT Services Journal or Journal of Information Technology Services*, Vol.6, No. 1, 2007, 65-81.
- (신재식, 양해술, “DEA를 활용한 차세대첨단콘텐츠 육성사업 참여 DMU의 효율성 평가에 관한 사례 연구”, *한국IT서비스학회지*, 제6권, 제1호, 2007, 65-81.)
- Simar, L. and P.W. Wilson, “Sensitivity Analysis of Efficiency Scores : How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models”, *Management science*, Vol.44, No.1, 1998, 49-61.
- Song, J.H. and G.H. Kim, “The Analysis of Korea’s IT Services Industries based on the Method of Input-Output Analysis”, *Journal of International Trade and Industry Studies*, Vol.13, No.2, 2008, 21-45.
- (송정훈, 김기홍, “산업연관분석을 이용한 한국 IT서비스산업의 구조 분석”, *국제통상연구*, 제13권, 제2호, 2008, 21-45.)
- Yoon, S.S., “Effectiveness and Efficiency of the Budget : Measurement and Reports”, *Korean Public Administration Review*, Vol.34, No.1, 2000, 179-192.
- (윤성식, “예산의 효과성과 효율성 : 측정과 보고”, *한국행정학보*, 제34권, 제1호, 2000, 179-192.)

◆ About the Authors ◆



Changhee Kim (heeslife@snu.ac.kr)

Changhee Kim is currently a Lecturer of Operations Management at College of Business Administration, Seoul National University. He is a Ph.D. candidate in Operations Management from Seoul National University. He received a best paper award from 18th QMOD conference for his research about franchise in Korea. His current research interests include IT service, DEA (data envelopment analysis), efficiency and productivity and supply chain management.



Gysuk Lee (lock123@snu.ac.kr)

Gysuk Lee received his M.S. degree in Operations Management from Seoul National University in 2016. His current research interests include supply chain management, IT service operations management, and DEA (data envelopment analysis).



Soo Wook Kim (kimsoo2@snu.ac.kr)

Professor Soo Wook Kim received the Ph.D. degree in Operations Management from Michigan State University (MSU). His current research interests include big data solution, finance supply chain management (FSCM) and system dynamics analysis.