International Commerce and Information Review
Volume 16, Number 4, September, 2014: pp. 55~75
통상정보연구 제16권 제4호 (2014년 9월 27일)

논문투고일자 : 2014. 06. 11
심사(수정)일 : 2014. 09. 06
게재확정일자 : 2014. 09. 20

ICT 제조업과 서비스업의 효율성과 생산성*

Efficiency and Productivity on ICT Industry

정분도(Boon-Do Jeong)
조선대학교 무역학과 교수

목 차

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 이론적 배경과 선행연구의 검토
Ⅲ. DMU의 선정과 투입산출변수
Ⅳ. ICT산업의 효율성과 생산성분석
Ⅴ. 요약 및 결론
참고문헌
ABSTRACT

국문초록

본 연구는 국내 ICT 제조업과 서비스업의 경쟁력 강화를 위한 기초 연구로서 효율성과 생산성 추이 및 생산성의 결정요인을 분석하는 것을 목적으로 하였다. 구체적으로 본 연구는 ICT산업의 효율성 분석을 위해 ICT 제조업 23개 업종과 ICT 서비스업 18개 업종에 대하여 2007년부터 2011년까지 5년간 규모의 수익불변을 가정한 DEA(Data Envelopment Analysis)의 CCR모형과 규모의 수익가변을 가정한 BCC 모형을 통해 기술효율성과 순수기술효율성의 정태적 효율성을 살펴보고, 기술효율성에 대한 DEA/Window 분석과 Malmquist 생산성 지수를 이용하여 동태적 효율성을 분석하였다.

주제어 : 정보통신기술산업, 효율성, 생산성, TIER분석.

* 이 논문은 2014학년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

ICT제조업은 경제 파급규모는 크나 유발계수는 작은 반면, ICT서비스업은 유발계수는 높으나 총산출이 작아 파급효과가 낮다. 생산 유발액, 부가가치 유발액, 취업 유발 인원 등은 ICT제조업이 ICT서비스업과 콘텐츠서비스업에 비해 월등하게 높은 것으로 나타나고 있다[1].

우리나라는 1980년대부터 비교적 빨리 전화교환기, 반도체, 디스플레이, 휴대전화 등 ICT 분야에 적극적인 투자와 연구개발을 진행했고, 이 결과 ICT 제조업은 2012년 기준 우리나라 GDP의 8.4%를 차지하고, 경제성장 기여율이 20.8%에 달하는 주요 산업 중 하나가 됐다. 나아가 ICT 산업은 높은 기술력과 생산성을 바탕으로 총산출액의 40% 이상을 수출하고 있으며, 1997년 IMF 외환위기, 2008년 글로벌 금융위기 등 경제위기를 극복하는데 큰 공헌을 했다[2].

한편 중국의 ICT 산업이 비약적으로 발전하고 있다는 점은 가장 큰 외부적 위협요인이라 할 수 있다. 저렴한 인건비와 원재료비용 등에 기반해 세계의 공장으로 역할 해왔으나, 최근에는 기술력 제고, 내수시장 확대, 정부의 산업구조 고도화정책 등에 힘입어 ICT산업의 글로벌 강자로 부상하고 있다. 생산과 소비가 모두 대대적으로 늘어나고 있으며, ICT상품에 대한 내수가 폭발적으로 늘어나면서 기기, 부품, 소프트웨어, 콘텐츠 등 동시다발적인 발전이 일어나고 있다. 중국은 이미 ICT의 최대 생산국이자 소비국으로, ICT산업 규모는 한국의 약 400조 원의 5배 정도인 1,985조 원 정도로 크고, 높은 성장잠재력을 가지고 있다. 2013년 2월 발표된 중국 대기업에 대한 집중 육성을 골자로 하는 최근 중국 정부의 방침에 따라 향후 중국 ICT 기업의 대형화와 경쟁력 강화를 위한 조치가 진행될 예정이다. 중국 산업구조 고도화에 따른 ICT 경쟁력 강화는 한국에게 상당한 부담과 위협으로 작용하게 될 것이며, 중국의 산업변화에 대응하여 광활한 내수시장을 한국의 기회로 활용할 수 있는 연구와 대응책 마련이 시급한 상황이다[3].

이러한 배경으로 본 연구는 국내 ICT산업의 경쟁력 강화를 위한 기초연구로서 DEA (Data Envelopment Analysis)기법을 이용하여 국내 ICT 제조업과 ICT 서비스산업의 효율성과 생산성 추이 및 생산성의 결정요인을 분석하는 것을 목적으로 한다. 구체적으로 본 연구는 ICT산업의 효율성 분석을 위해 ICT 제조업 23개 업종과 ICT 서비스업 18개 업종에 대하여 2007년부

1) 한국수출입은행 해외경제연구소, “창조경제 활성화를 위한 ICT산업 파급효과 제고 방안”, 중점연구보고서, 2013.
2) 정현준, “ICT 산업구조와 산업연관효과 분석”, 연구보고서, 제25권 18호, 정보통신정책연구원, 2013, pp.2-3.
3) 김성옥·공형일, “한중 ICT산업 발전현황 비교 및 대응방안”, KISDI Premium Report, 정보통정책연구원, 2013, pp.1-30.

터 2011년까지 5년간 규모의 수익불변을 가정한 DEA의 CCR모형과 규모의 수익가변을 가정한 BCC모형을 통해 기술효율성과 순수기술효율성의 정태적 효율성을 살펴보고, 기술효율성에 대한 DEA/Window 분석과 Malmquist 생산성 지수를 이용하여 동태적 효율성과 생산성을 분석한다.

Ⅱ. 이론적 배경과 선행연구검토

1. 이론적 배경

DEA분석의 장점은 금액으로 측정하기 어려운 다수의 투입요소와 산출요소를 포함시켜 효율성을 측정할 수 있다는 것과 투입 및 산출 요소에서 구체적인 비효율의 정도를 제시해 주기 때문에 각 DMU가 효율적이 되기 위해 달성해야 할 목표치에 대한 정보를 알 수 있다는 것이다. 단점으로는 투입변수와 산출변수의 선정에 따라 상대적 효율성 값이 달라지고, 오차가 존재할 가능성이 높다는 것과 효율성 비교가 동일한 준거집단을 갖는 그룹 내에서만 의미를 가지며 준거집단이 다른 경우의 효율성 비교는 의미가 없어진다는 것이다(김성호외 2인, 2007; 박만희, 2008).[4)]

정태적 분석으로서 DEA는 비모수적 생산변경 기법으로 최적 투입물과 산출물 결합을 나타내는 생산변경과 관측된 DMU 간의 거리를 비교하여 효율성 값을 측정한다. DEA는 전통적으로 Charnes, Cooper and Rhodes(1978)의 CCR모형과 Banker, Charnes and Cooper(1984)의 BCC 모형이 있다. CCR모형은 다수의 투입과 산출을 단일 척도로 전환시키는 기법에 기초를 둔 선형계획모델로서 규모에 대한 수익불변이라는 가정 하에 효율성을 측정하는 방법으로 장기적인 관점에서 성과평가 향상을 위해 많이 사용된다(장철영 외, 2007).[5)] 반면에 BCC모형은 규모에 대한 가변이라는 가정, 즉 모든 투입요소를 비례적으로 증가시킬 때 나타나는 효율성 측정 방법이며 단기적으로 빠른 변화를 알아보기 위해 사용된다.

4) 김성호·최태성·이동원, 효율성 분석, 서울경제경영, 2007; 박만희, 효율성과 생산성 분석, 한국학술정보(주), 2008.
5) 장철영·성도경·최인규, "Post-DEA를 활용한 지방의료원의 조직운영형태별 효율성 평가", 한국행정논집, 제19권 제4호, 2007, pp.1119-1146

CCR모형

$$h(x,\ y) = \min\theta$$

$$s.t.\quad \theta x_{io} \geq \sum_{j}^{n} \lambda_j x_{ij} \tag{1}$$

$$y_{ro} \leq \sum_{j}^{n} \lambda_i y_{rj}$$

$$(i = 1,\ 2,\ \cdots,\ m,\ \ r = 1,\ 2,\ \cdots,\ s,\ \ \lambda_i \geq 0)$$

BCC모형

$$h(x,y) = \min\beta$$

$$s.t.\ \ \beta x_{io} \geq \sum_{j}^{n} \lambda_i x_{ij} \tag{2}$$

$$y_{ro} \leq \sum_{j}^{n} \lambda_i\, y_{rj}$$

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

$$(i = 1,\ 2,\ \cdots,\ m,\ \ r = 1,\ 2,\ \cdots,\ s,\ \ \lambda_i \geq 0)$$

DEA 분석을 통해 벤치마킹 대상이 규명되더라도 양자 간 규모나 생산성 격차가 현저할 경우 직접 벤치마킹의 대상으로 삼는 것이 어려울 수 있으며 이때 TIER분석은 벤치마킹 대상과 실질적 개선 목표를 단계적으로 추정하기 위한 분석방법이다(강인규 외 2인, 2012).[6] TIER분석은 효율적인 의사결정단위와 비효율적인 의사결정단위로 구분된 분석 대상들을 효율성 크기에 따라 계층화한 것으로 효율성이 1인 의사결정단위들을 단계별로 그룹화하고 제거하여 다시 DEA 분석을 통해 효율성을 도출한다(홍한국외 2인, 2000).[7] TIER분석 절차는 다음과 같다. TIER분석의 첫 번째 단계에서 DEA를 통해 모든 의사결정단위들의 상대적인 효율성 값을 계산한다. 그 결과, 효율성 값이 1.0인 효율적인 의사결정단위들이 나타난다. 이를 “TIER 1”이라고 부른다. 두 번째 단계에서, TIER 1에 속하지 않은 비효율적인 의사결정단위들을 대상으로 다시 DEA를 실행한다. 두 번째 단계에서 효율성 값이 1인 의사결정단위들을 “TIER 2”라고 부른다. 동일한 절차가 남아있는 의사결정단위의 수가 투입요소와 산출요소 수의 합의 3배 미만일 때까지 반복된다. 이것은 효율적인 의사결정단위들과 비효율적인 의사

6) 강인규·김재윤·이수현, “DEA Window 모형과 TIER 분석을 이용한 축제의 효율성 분석”, 한국기업경영학회, 국제· 경영연구, 제19권 제1호, 2012, pp.63-82.

7) 홍한국·하성호·박상찬, “SI 프로젝트의 효율성 평가를 위해 자료포괄분석과 기계학습을 결합한 하이브리드 분석”, 한국경영정보학회, 제10권 제1호, 2000, pp.19-36.

결정단위들을 구분하는 판별력의 기준이 된다(홍한국·이창열, 2011).[8]

동태적 분석으로 DEA는 Malmquist 생산성 지수와 DEA/Window분석 두 가지로 나눌 수 있다. Malmquist지수의 경우 지수의 값이 1보다 크면 기준년도에 비해서 생산성의 증가를, 작으면 기준년도에 비해서 생산성의 하락을 의미한다. Maimquist지수는 식 (3)과 같이 기술효율성의 변화, 순수기술효율성의 변화, 규모효율성의 변화, 기술진보의 변화로 분해될 수 있다[9].

$$m(x_t,y_t,x_{t+1},y_{t+1}) = \left[\frac{d_v^{t+1}(x_{t+1},y_{t+1})}{d_v^t(x_t,y_t)}\right] \times \left[\frac{d_c^{t+1}(x_{t+1},y_{t+1})/d_v^{t+1}(x_{t+1},y_{t+1})}{d_c^t(x_t,y_t)/d_v^t(x_t,y_t)}\right] \times \left[\frac{d_c^t(x_{t+1},y_{t+1})}{d_c^{t+1}(x_{t+1},y_{t+1})} \times \frac{d_c^t(x_t,y_t)}{d_c^{t+1}(x_t,y_t)}\right]^{1/2} \quad (3)$$

여기서 $d_v^{t+1}(x_{t+1},y_{t+1})$는 $t+1$기 생산점을 $t+1$기 프런티어에서 평가한 거리함수를 나타낸다. 식 (3)의 오른쪽 첫 번째 항은 순수기술효율성의 변화, 두 번째 항은 규모효율성의 변화, 세 번째 항은 기술진보를 각각 의미한다.

또한 Charnes *et. al.*(1985)[10]이 개발한 식 (1)를 이용한 DEA/Window 분석을 통해서 윈도우별 효율성 평가결과가 모두 나오면 이를 통해 각 DMU의 효율성 추세, 안정성 등을 분석할 수 있다. DEA/Window 분석의 기본개념은 현재에서부터 인접한 기간 사이의 효율성 변화를 측정하는 것인데 예를 들어, 1기에서부터 3기까지의 3기간의 효율성 추이 변화를 파악하는 경우라면 1기에는 1기의 자료만을 이용하여 DEA분석을 실시하고, 그 다음인 2기에는 1기와 2기의 자료를 이용하여 DEA를 수행한다. 이러한 절차에 의하여 분석된 효율성 수치의 평균을 각 기간별 혹은 각 DMU별로 분류하면 효율성의 동태적 변화를 파악할 수 있다(유종훈외 2인, 2013).[11]

8) 홍한국·이창열, "인천항만의 효율성 평가를 위한 DEA와 SOM을 결합한 하이브리드 분석", 한국지식정보기술학회논문지, 제6권 제5호, 2011, pp.65-73.

9) Färe, Rolf, Shawna Grosskopf, Mary Norris and Xhongyang Zhang, "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries", American Economic Review, 84, 1994, pp.66-83.

10) Charnes, A., Clark, C. T., Cooper, W. W., and Golany, B., "A Developmental Study of Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the U.S. Air Forces", *Annals of Operations Research*, 2, 1985, pp.95-112.

11) 유종훈·이종근·이만형, "DEA와 DEA-window 분석을 이용한 일반산업단지의 효율성 측정: 충청권 사례를 중심으로", 국토계획, 제48권 제3호, 2013, pp.89-109.

2. 선행연구의 검토

ICT 산업의 효율성과 생산성을 분석한 연구는 드물기 때문에 이와 유사한 연구를 중심으로 살펴보고자 한다.

최혁준 (2006)[12]은 정보통신산업의 혁신기술인 네트워크 분석방법론으로 혁신기술의 자본량의 측정에 대한 기초개념 설정과 분석을 위한 가정을 도출하여 기술혁신의 고용창출효과 크게 나타남을 보였다.

서환주외 2인 (2008)[13]은 ICT산업의 연구개발투자가 여타 산업의 생산성 향상에 어느 정도 기여했는지를 분석하여 연구개발투자가 여타 산업의 생산성 향상을 초래했다는 결과를 확인하였다.

장두영 (2009)[14]은 기업의 패널자료를 이용하여 자료포락분석으로 규모에 대한 가변적인 가변적인 멤퀴스트지수를 추정한 후, 총요소생산성의 변동과 그 결정요인을 ICT 생산 및 이종업종 들 간에 비교·분석하였다. 그 결과 총요소생산성의 증가세는 전반적으로 미약하며, ICT 생산업종에서는 ICT 이종업종보다 약할 뿐만 아니라 ICT 이용집약도에 따라 차별화되지 않은 것으로 나타났다.

노재확, 박해선 (2009)[15]은 ICT투자 및 활용이 생산성을 향상시킬 수 있는가를 분석하여 ICT투자가 생산성을 향상시킴을 밝히고 있다.

신석하 (2010)[16]는 우리나라에서 정보통신자본의 활용이 경제 전반의 생산성을 높이는데 기여하고 있는지를 산업별 자료를 이용하여 분석하였다. 분석결과 경제 전체로서는 선진국과의 격차를 줄이고 있으나, 이는 주로 정보통신자본의 집적도가 높은 산업의 비중이 증가한 데 기인하며, 개별 산업에서는 선진국에 비해 낮은 수준이 지속되고 있는 것으로 나타났다.

정선영 (2011)[17]은 한국 정보통신기술 산업을 제조업과 서비스업 부문으로 나누어 총요소생산성 증가율과 그 요인을 주요 선진국과 비교·분석하였다. 분석결과 제조업 ICT부문의 총요소생산성 증가율은 2000년대 들어 크게 하락하는 모습을 보였으며, 서비스업 ICT부문은 총산출과 생산성 증가율 모두 선진국 평균을 상회하는 것으로 나타났다.

---

12) 최혁준, "정보통신서비스 산업의 기술파급효과 효과에 대한 실증분석", e-비즈니스연구, 제7권 제2호, 2006, pp.487-507.
13) 서환주·이영수·김정언, "ICT 산업의 연구개발투자 파급효과 분석", e-비즈니스연구, 제9권 제4호, 2008, pp.395-405.
14) 장두영, "총요소생산성의 정보통신기술 생산 및 이용업종 간 비교: 한국 기업의 패널데이터를 이용한 자료포락분석", 한국경제연구, 제26집, 2009, pp.39-64.
15) 노재확·박해선, "정보통신 투자 및 활용이 서비스업의 생산성 향상에 미치는 영향 연구", e-비즈니스연구, 제10권 제2호, 2009, pp.207-236.
16) 신석하, "한국의 산업별 정보통신자본과 총요소생산성", 한국개발연구, 제32권 제4호, 2010, pp.75-114.
17) 정선영, "정보통신산업의 총요소생산성 국제비교: 기술적 효율성을 감안한 접근방법", 경제학연구, 제59권 제1호, 2011, pp.25-53.

김지효외 1인 (2014)[18]은 한국, 미국, 영구의 제조업 및 전기·가스·수도사업에서 ICT 확산이 노동 및 에너지 수요에 어떠한 영향을 미치는지를 연구하였다. 그 결과 3개 국가의 전기·가스·수도사업에서 ICT 자본은 에너지·재료를 거의 탄력적으로 대체하여 에너지·재료 수요를 감소시키는 것으로 분석된다는 결과를 제시하였다.

정분도외 1인 (2009)[19]은 2003년부터 2007년까지 무역특화지수, 현시비교우위지수를 이용하여 IT산업의 대중국 수출경쟁력을 분석하였다. 그 결과 반도체는 수출경쟁력이 다소 약하고, 통신기기와 컴퓨터는 수출경쟁력이 매우 강한 산업으로 나타났다.

손태규외 2인 (2010)[20]은 전통적인 기술수용모형을 전자무역에 적용하여 무역업체의 기술환경이 전자무역 수용에 미치는 영향요인과 수용요인과 사용, 성과에 미치는 영향요인을 실증분석하였다. 그 결과 기업의 기술적 환경요인은 전자무역 수용에는 직접적인 영향을 주지는 않으나 전자무역 사용의지에는 영향을 미치는 것으로 나타났다.

강신원외 2인(2009)[21]은 우리나라 통신서비스가 지속적 통상환경에 영향을 받고 있는 상황하에서 통신서비스의 통상정책에서 이슈가 될 수 있는 정책과 주요 이슈를 살펴본 결과 통신서비스의 개방의 확대는 불가피 할 것으로 보이며, 이러한 개방의 긍정적 효과의 확대가 요구된다고 하였다.

Ⅲ. DMU의 선정과 투입산출변수

본 연구에서 사용되는 자료는 통계청의 국가경제포털에서 구하였으며, 자본의 대리변수로 유형자산투자액을 사용할 수 있는데 유형자산투자액의 경우 제조업과 서비스업 통계가 불완전하여 투입변수는 종사자수와 기업체수, 산출변수는 매출액이 사용되었다.

ICT제조업의 경우 DMU는 반도체 제조업, 전자부품 제조업, 컴퓨터 및 주변장치 제조업, 통신 및 방송장비 제조업, 영상 및 음향기기 제조업, 마그네틱 및 광학 매체 제조업 23개 업종이다. ICT 서비스업의 경우 도매업, 전기통신업, 컴퓨터 프로그래밍 시스템통합 관리업, 정보서비스업, 수리업 18개 업종이다.

18) 김지효·허은녕, “ICT 자본 투입이 노동 및 에너지 수요에 미치는 영향”, 자원·환경경제연구, 한국환경경제학회·한국자원경제학회, 제23권 제1호, 2014, pp.91-132.
19) 정분도·윤봉주, “한국 IT산업의 대중국 수출경쟁력 분석에 관한 연구”, 통상정보연구, 한국통상정보학회, 제11권 4호, 2009, p.125.
20) 손태규·홍사능·김영춘, “정보기술 수용 모델을 이용한 무역업체의 전자무역 활용 및 성과에 관한 실증 연구”, 통상정보연구, 한국통상정보학회, 제12권 2호, 2010, p.54.
21) 강신원·조석홍·배홍균, “우리나라의 통신서비스 통상정책의 시사점과 방향에 관한 연구”, 통상정보연구, 한국통상정보학회, 제11권 2호, 2009, pp.259-279.

〈표 1〉 ICT 제조업 DMU의 선정

DMU	분류	
1	반도체 제조업	전자집적회로 제조업
2		다이오드 트랜지스터 및 유사 반도체소자 제조업
3	전자부품 제조업	액정 평판 디스플레이 제조업
4		플라즈마 및 기타 평판 디스플레이 제조업
5		인쇄회로기판 제조업
6		전자부품 실장기판 제조업
7		전자관 제조업
8		전자카드 제조업
9		전자접속카드 제조업
10	컴퓨터 및 주변장치 제조업	컴퓨터 제조업
11		기억장치 제조업
12		컴퓨터 모니터 제조업
13		컴퓨터 프린터 제조업
14		기타 주변기기 제조업
15	통신 및 방송 장비 제조업	유선 통신장비 제조업
16		방송장비 제조업
17		이동전화기 제조업
18		기타 무선 통신장비 제조업
19	영상 및 음향기기 제조업	텔레비전 제조업
20		비디오 및 기타 영상기기 제조업
21		라디오 녹음 및 재생 기기 제조업
22		기타 음향기기 제조업
23	마그네틱 및 광학 매체 제조업	마그네틱 및 광학 매체 제조업

<표 2> ICT 서비스업 DMU의 선정

DMU	분류	
1	도매업	컴퓨터 및 패키지소프트웨어 도매업
2		통신·경보 및 탐지용 장비 도매업
3		컴퓨터 및 사무용 기계장비 임대업
4		기타 산업용 기계 및 장비 임대업
5	전기통신업	유선통신업
6		무선통신업 위성통신업
7		통신재판매업
8		기타 전기통신업
9	컴퓨터 프로그래밍 시스템통합 관리업	시스템 소프트웨어 개발 및 공급업
10		응용소프트웨어 개발 및 공급업
11		컴퓨터 프로그래밍 서비스업
12		컴퓨터시스템 통합 자문 및 구축 서비스업
13		컴퓨터시설 관리업
14		기타 정보기술 및 컴퓨터운영 관련 서비스업
15	정보서비스업	자료 처리업
16		호스팅 및 관련 서비스업
17	수리업	컴퓨터 및 사무용 기기 수리업
18		통신장비 수리업

Ⅳ. ICT산업의 효율성과 생산성분석

본 연구는 ICT 제조업과 서비스업의 정태적 효율성을 살펴보기 위하여 DEA-CCR모형과 DEA-BCC모형으로 정태적 효율성과 규모의 효율성을 파악한다. 다음으로 효율성을 크기별로 DMU를 단계적으로 계층화하기 위하여 TIER분석을 이용한다. 또한 ICT 제조업과 서비스업의 시간의 흐름에 따른 동태적 효율성과 생산성을 살펴보기 위하여 DEA/Window분석과 Malmquist 생산성 분해가 이용된다.

1. 정태적 효율성 분석

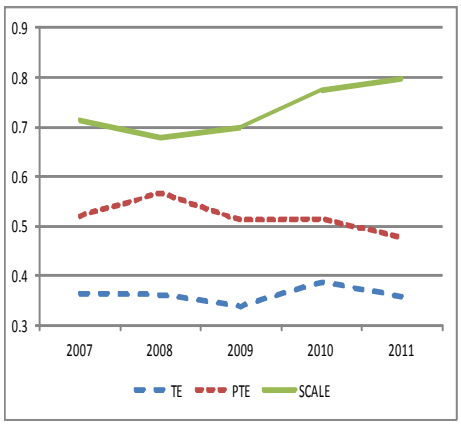
제조업의 경우 연도별 기술효율성(TE)은 2007년부터 2009년까지는 하락하다가 2010년에 상승한 후 2011년에 다시 하락하고 있으며, 순수기술효율성(PTE)은 2008년부터 2011년까지

꾸준한 하락세를 보이고 있다. 규모효율성(SE)은 2008년부터 2011년까지 꾸준히 상승하고 있는 것으로 나타나고 있다. 기술효율성은 연도별로 63%에서 65%의 비효율을 보이고 있으며, 규모효율성은 29%에서 32%의 비효율을 보이고 있다. 서비스업의 경우 연도별 기술효율성은 81%에서 85%을 비효율을 보이고, 규모효율성은 45%에서 55%의 비효율을 나타내고 있다.

〈표 3〉 연도별 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성

	제조업			서비스업		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
2007	0.364	0.518	0.713	0.195	0.479	0.517
2008	0.360	0.567	0.678	0.163	0.472	0.454
2009	0.338	0.512	0.700	0.186	0.396	0.551
2010	0.387	0.512	0.774	0.191	0.546	0.458
2011	0.359	0.475	0.797	0.184	0.500	0.475

〈그림 1〉 효율성의 추이



(a) 제조업

(b) 서비스업

제조업의 경우 이동전화기 제조업이 가장 효율적이며, 비효율성은 규모효율성 보다 순수기술효율성에 원인을 두고 있다. 구체적으로 전자집적회로 제조업과 액정 평판 디스플레이 제조업은 효율성이 높은 그룹에 속해 있으며, 전자부품 실장기판 제조업과 전자카드 제조업은 효율성이 매우 낮은 그룹에 속해 있다.

서비스업의 경우 무선통신업과 위성통신업이 가장 효율적이며, 비효율성은 규모효율성에 원인을 두는 DMU가 9개, 순수기술효율성에 원인을 두는 DMU가 8개로 나타났다. 구체적으로 DMU별 기술효율성 값의 범위가 0.057에서 0.341로 효율성이 값이 낮은 상태에서 DMU간 편차가 매우 큰 것을 알 수 있다.

〈표 4〉 DMU별 효율성과 비효율성의 원인

DMU	제조업				서비스업			
	TE	PTE	SE	비효율성	TE	PTE	SE	비효율성
1	0.920	0.933	0.985	P	0.341	0.351	0.970	P
2	0.242	0.262	0.921	P	0.267	0.324	0.829	P
3	0.996	1.000	0.996	S	0.100	0.856	0.120	S
4	0.674	0.915	0.737	S	0.147	0.612	0.262	S
5	0.215	0.223	0.962	P	0.325	0.622	0.612	S
6	0.124	0.149	0.830	P	1.000	1.000	1.000	C
7	0.213	0.623	0.341	S	0.146	0.977	0.148	S
8	0.170	0.525	0.325	S	0.141	0.164	0.862	P
9	0.198	1.000	0.198	S	0.094	0.104	0.903	P
10	0.387	0.540	0.717	P	0.084	0.113	0.747	P
11	0.641	0.769	0.833	P	0.058	0.128	0.464	P
12	0.187	0.351	0.533	P	0.176	0.197	0.893	P
13	0.189	0.333	0.568	P	0.079	0.429	0.195	S
14	0.209	0.270	0.774	P	0.075	0.669	0.113	S
15	0.198	0.225	0.882	P	0.083	0.644	0.132	S
16	0.271	0.303	0.893	P	0.096	0.936	0.103	S
17	1.000	1.000	1.000	C	0.043	0.158	0.295	P
18	0.353	0.365	0.967	P	0.057	0.331	0.186	S
19	0.275	0.350	0.786	P				
20	0.211	0.290	0.729	P				
21	0.256	0.351	0.730	P				
22	0.189	0.233	0.809	P				
23	0.200	0.880	0.227	S				

제조업 상위 분류별 효율성과 비효율성의 원인을 <표 5>를 이용하여 살펴보면, 마그네틱 및 광학 매체 제조업이 가장 비효율적이며, 반도체 제조업이 가장 효율적인 것으로 나타나고, 제조업 간 효율성의 격차가 매우 큼을 알 수 있다. 규모효율성에서도 반도체 제조업과 통신 및 방송장비 제조업은 규모의 효율성을 유지하고 있지만, 마그네틱 및 광학매제 제조업은 최적의 규모로 경영효율성을 달성하지 못하고 있는 것으로 분석되었다.

서비스업의 경우 전기통신업의 가장 효율적이며, 수리업이 가장 비효율적인 것으로 나타났다. 규모효율성에서 도매업은 규모의 효율성은 달성하고 있지만 나머지 업종들은 최적 규모의 경영효율성이 이루지 못하고 있는 것으로 분석되었다.

〈표 5〉 제조업별 · 서비스업별 효율성과 비효율성의 원인

	제조업			
	TE	PTE	SE	비효율성의 원인
반도체 제조업	0.58	0.59	0.95	P
전자부품 제조업	0.37	0.63	0.62	S
컴퓨터 및 주변장치 제조업	0.32	0.45	0.68	P
통신 및 방송 장비 제조업	0.45	0.47	0.93	P
영상 및 음향기기 제조업	0.23	0.30	0.76	P
마그네틱 및 광학 매체 제조업	0.20	0.88	0.22	S
	서비스업			
	TE	PTE	SE	비효율성의 원인
도매업	0.30	0.33	0.90	P
임대업	0.12	0.73	0.19	S
전기통신업	0.40	0.69	0.65	S
컴퓨터 프로그래밍	0.09	0.27	0.55	P
정보서비스업	0.08	0.79	0.11	S
수리업	0.05	0.24	0.24	S

〈표 6〉 TIER분석(제조업)

TIER1		TIER2		TIER3		TIER4		TIER5	
DMU	효율성	DMU	효율성	DMU	효율성	DMU	효율성	DMU	효율성
2	0.368	2	1.000	5	1.000	6	0.591	6	0.703
4	1.000	5	0.591	6	0.548	7	0.535	7	0.597
5	0.318	6	0.392	7	0.499	8	0.864	8	1.000
6	0.219	7	0.361	8	0.769	9	0.944	9	1.000
7	0.202	8	0.522	9	0.880	12	0.826	12	1.000
8	0.288	9	0.637	12	0.763	13	1.000	15	0.768
9	0.356	10	1.000	13	0.925	14	1.000	20	1.000
10	0.559	12	0.544	14	0.933	15	0.658	22	0.997
11	1.000	13	0.659	15	0.612	20	0.857	23	0.586
12	0.304	14	0.675	16	1.000	22	0.839		
13	0.368	15	0.442	20	0.796	23	0.535		
14	0.377	16	0.723	21	1.000				
15	0.247	18	1.000	22	0.778				
16	0.405	19	1.000	23	0.499				
18	0.540	20	0.573						
19	0.232	21	0.714						
20	0.320	22	0.557						
21	0.397	23	0.361						
22	0.311								
23	0.202								

제조업의 경우 TIER1, TIER2 , TIER3에서 각각 기억장치 제조업, 기타 무선통신장비 제조업, 방송장비제조업과 라디오 녹음 및 재생기기 제조업이 벤치마킹 대상인 것으로 나타났다. 또한 TIER4와 TIER5에서는 각각 컴퓨터 프린터 제조업과 기타 주변기기 제조업, 비디오 및 기타 영상기기 제조업이 벤치마킹 대상인 것으로 나타났다.

서비스업의 경우 TIER1에서는 컴퓨터 및 패키지소프트웨어 도매업과 유선통신업, TIER2에서는 통신·정보 및 탐지용 장비 도매업, 기타 전기통신업, 컴퓨터시스템 통합 자문 및 구축 서비스업, TIER3에서는 기타 산업용 기계 및 장비 임대업, 통신재판매업, 시스템 소프트웨어 개발 및 공급업, 호스팅 및 관련 서비스업이 벤치마킹 대상인 것으로 분석되었다.

〈표 7〉 TIER분석(서비스업)

TIER1		TIER2		TIER3	
DMU	효율성	DMU	효율성	DMU	효율성
1	1.000	2	1.000	3	0.688
2	0.757	3	0.241	4	1.000
3	0.179	4	0.351	7	1.000
4	0.264	7	0.479	9	1.000
5	1.000	8	1.000	10	0.838
7	0.195	9	0.438	11	0.683
8	0.397	10	0.347	13	0.892
9	0.265	11	0.256	14	0.752
10	0.222	12	1.000	15	0.912
11	0.181	13	0.390	16	1.000
12	0.546	14	0.289	17	0.414
13	0.235	15	0.399	18	0.646
14	0.199	16	0.431		
15	0.241	17	0.145		
16	0.249	18	0.229		
17	0.108				
18	0.171				

2. 동태적 효율성 분석

제조업의 경우는 2008-2009년 기간 이후 생산성이 지속적으로 하락하여 기간 평균 8.3%의 생산성 향상을 보였으며, 서비스의 경우는 생산성의 상승과 하락을 반복하여 기간 평균 1.6%의 생산성 향상을 나타냈다.

〈표 8〉 기간별 Malmquist 생산성 분해

	제조업					서비스업				
	TECI	TCI	PECI	SECI	MPI	TECI	TCI	PECI	SECI	MPI
2007-2008	1.020	1.092	1.093	0.933	1.114	0.777	1.326	0.959	0.810	1.030
2008-2009	0.947	1.197	0.895	1.059	1.134	1.121	0.944	0.810	1.385	1.058
2009-2010	1.195	0.923	1.038	1.152	1.103	1.068	0.909	1.497	0.713	0.971
2010-2011	0.852	1.160	0.862	0.988	0.988	0.941	1.068	0.935	1.007	1.005
평균	0.996	1.088	0.967	1.030	1.083	0.967	1.050	1.021	0.947	1.016

주: TECI, TCI, PECI, SECI, MPI는 각각 기술효율성의 변화, 기술진보, 순수기술효율성의 변화, 규모효율성의 변화, Malmquist 생산성지수의 변화를 의미함.

〈표 9〉 DMU별 Malmquist 생산성 분해

DMU	제조업					서비스업				
	TECI	TCI	PECI	SECI	MPI	TECI	TCI	PECI	SECI	MPI
1	1.000	1.138	1.000	1.000	1.138	1.026	1.047	1.029	0.997	1.074
2	1.010	1.065	0.992	1.019	1.076	0.995	1.047	1.015	0.981	1.041
3	1.005	1.145	1.000	1.005	1.150	0.812	1.046	0.980	0.829	0.850
4	0.980	1.113	0.969	1.012	1.091	0.867	1.047	1.063	0.815	0.907
5	0.982	1.078	0.973	1.009	1.059	1.064	1.081	1.014	1.050	1.151
6	1.052	1.078	0.995	1.057	1.134	1.000	1.074	1.000	1.000	1.074
7	0.864	1.078	0.917	0.941	0.931	0.855	1.047	0.970	0.881	0.895
8	1.069	1.078	0.885	1.208	1.153	0.953	1.047	0.964	0.989	0.998
9	1.078	1.078	1.000	1.078	1.163	1.007	1.047	1.025	0.983	1.054
10	1.038	1.078	0.951	1.091	1.119	0.984	1.047	1.033	0.953	1.030
11	1.009	1.067	1.004	1.005	1.077	1.034	1.046	1.013	1.021	1.082
12	1.027	1.078	0.916	1.122	1.108	1.005	1.047	1.003	1.002	1.052
13	1.045	1.078	0.934	1.120	1.127	1.029	1.047	1.015	1.013	1.077
14	1.068	1.078	1.025	1.042	1.151	0.937	1.047	0.965	0.971	0.981
15	0.911	1.078	0.898	1.014	0.982	0.959	1.046	1.048	0.915	1.003
16	0.947	1.078	0.925	1.024	1.021	0.927	1.047	1.000	0.927	0.970
17	1.000	1.082	1.000	1.000	1.082	0.970	1.047	1.126	0.861	1.015
18	1.020	1.078	1.018	1.002	1.100	1.033	1.047	1.136	0.909	1.081
19	0.854	1.160	0.872	0.979	0.991					
20	1.013	1.078	0.953	1.063	1.092					
21	1.005	1.078	0.980	1.026	1.084					
22	1.055	1.078	1.016	1.039	1.138					
23	0.920	1.078	1.049	0.877	0.992					
평균	0.996	1.088	0.967	1.030	1.083	0.967	1.050	1.021	0.947	1.016

제조업은 2009-2010년 기간을 제외하고 생산성에 대한 기술진보의 기여율이 높은 것을 알 수 있다.

서비스업의 경우 2007-2008년 기간에는 기술진보, 2008-2009년 기간에는 규모효율성 증가, 2010-2011년 기간에는 순수기술효율성 증가가 생산성 향상에 크게 기여한 것으로 분석되었다.

그리고 DMU별 Malmquist 생산성 분해 결과, 제조업의 경우는 전자접속카드 제조업(DMU9), 전자카드 제조업(DMU8), 전자집적회로 제조업(DMU1), 컴퓨터 프린터 제조업(DMU13)의 생산성 증가가 두드러지고, 전자관 제조업(DMU7), 유선 통신장비 제조업(DMU15), 텔레비전 제조업(DMU19)의 생산성 감소가 뚜렷한 것으로 나타났다.

서비스업의 경우는 컴퓨터 프로그래밍 서비스업(DMU11), 통신장비수리업(DMU18), 무선통신업과 위성통신업(DMU6), 컴퓨터 및 패키지소프트웨어 도매업(DMU1)의 생산성 증가 폭이 컸으며, 컴퓨터 및 사무용 기계장비 임대업(DMU3)과 통신재판매업(DMU7)의 생산성 감소 폭이 큰 것으로 분석되었다.

〈표 10〉 DEA/Window분석을 이용한 동태적 효율성 분석

DMU	제조업			서비스업		
	평균	표준 편차	LDP	평균	표준 편차	LDP
1	0.729	0.120	0.414	0.298	0.048	0.131
2	0.218	0.022	0.076	0.236	0.023	0.06
3	0.864	0.156	0.438	0.085	0.021	0.056
4	0.536	0.106	0.362	0.139	0.025	0.072
5	0.194	0.017	0.061	0.299	0.069	0.180
6	0.111	0.013	0.045	0.959	0.079	0.244
7	0.194	0.038	0.128	0.171	0.136	0.302
8	0.158	0.022	0.071	0.126	0.006	0.018
9	0.182	0.043	0.123	0.086	0.007	0.022
10	0.362	0.045	0.168	0.077	0.006	0.019
11	0.589	0.046	0.177	0.051	0.008	0.020
12	0.170	0.023	0.074	0.157	0.014	0.043
13	0.166	0.022	0.083	0.072	0.009	0.024
14	0.190	0.025	0.087	0.065	0.005	0.014
15	0.181	0.013	0.041	0.072	0.006	0.019
16	0.238	0.017	0.051	0.084	0.007	0.018
17	0.926	0.061	0.184	0.038	0.002	0.005
18	0.324	0.030	0.124	0.051	0.007	0.019
19	0.223	0.031	0.104			
20	0.194	0.015	0.060			
21	0.237	0.034	0.100			
22	0.174	0.020	0.076			
23	0.190	0.046	0.160			

DEA/Window 분석결과, 제조업의 경우 표준편차와 LDP 기준으로 가장 안정적인 DMU는 전자부품 실장기판 제조업(DMU6)과 유선통신장비제조업(DUM15)이며, 가장 불안정적인 DMU는 액정 평판 디스플레이 제조업(DUM3)으로 나타났다. 서비스업의 경우 표준편차와 LDP 기준으로 가장 안정적인 DMU는 컴퓨터 및 사무용 기기 수리업(DMU 17)이며, 가장 불안정적인 DMU는 통신재판매업(DMU7)인 것으로 분석되었다.

Ⅴ. 요약 및 결론

본 논문은 DEA기법을 이용하여 ICT산업의 효율성을 분석하는 것으로 하였다. 분석결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 정태적 효율성 분석결과, 제조업의 경우는 이동전화기 제조업이 가장 효율적이며, 비효율성은 규모효율성 보다 순수기술효율성에 원인을 두고 있는 것으로 나타났다. 비효율적인 ICT제조업이 효율적인 ICT제조업이 되기 위해서 단기적으로는 비디오 및 기타 영상기기 제조업을 장기적으로는 기억장치제조업을 벤치마킹 하여야하는 것으로 분석되었다. 서비스업의 경우는 무선통신업과 위성통신업이 가장 효율적이며, 비효율성은 규모효율성과 순수기술효율성 모두에 원인을 두고 있는 것으로 분석되었다. 둘째, 동태적 효율성 분석 중 Malmquist 생산성 분석결과 제조업의 경우는 전자접속카드 제조업의 생산성 증가가 두드러지고, 전자관 제조업(DMU7)의 생산성 감소가 크게 나타났다. 서비스업의 경우는 컴퓨터 프로그래밍 서비스의 생산성 향상이 컸고, 컴퓨터 및 사무용 기계장비 임대업의 생산성 하락폭이 큰 것으로 분석되었다. 셋째, 동태적 효율성 분석 중 DEA/Window 동태적 효율성 분석결과 제조업의 경우 표준편차와 LDP 기준으로 가장 안정적인 DMU는 유선통신장비 제조업이며, 불안정적인 DMU는 액정 평판 디스플레이 제조업으로 분석되었다. 서비스업의 경우 컴퓨터 및 사무용 기기 수리업이 가장 안정적이며, 통신재판매업이 가장 불안정적인 것으로 분석되었다.

결론적으로 한국 ICT산업의 지속가능한 성장을 위해서는 제조업에서 비교우위를 강화하고, 중국 서비스시장 진출을 통한 서비스 규모 확대의 방법을 모색하여야 한다. 구체적으로 대기업 위주의 ICT산업에서 다양한 형태와 규모의 기업이 생존할 수 있는 ICT산업으로 변모해야 한다. 경제 내 ICT 활용을 증대시켜 제품들의 ICT 융합화 강화, 각 산업의 ICT 자본심화를 통해 총요소생산성과 노동생산성 향상에 기여할 필요가 있다. 그리고 ICT 서비스업의 경우는 향후 ICT 서비스의 총산출액을 늘리기 위해서는 해외진출을 통한 규모의 확대가 필요하다.

참 고 문 헌

강신원·조석홍·배홍균, “우리나라의 통신서비스 통상정책의 시사점과 방향에 관한 연구”, 「통상정보연구」, 한국통상정보학회, 제11권 2호, 2009.

강인규·김재윤·이수현, “DEA Window 모형과 TIER 분석을 이용한 축제의 효율성 분석”, 한국기업경영학회, 「국제·경영연구」, 제19권 제1호, 2012.

김성옥·공형일, “한중 ICT산업 발전현황 비교 및 대응방안”, KISDI Premium Report, 정보통정책연구원, 2013.

김성호·최태성·이동원, 「효율성 분석」, 서울경제경영, 2007.

김용태·신동면, “지방의료원의 성과향상 방안에 관한 연구: TIER분석을 통한 벤치마킹 기관 선정을 중심으로”, 「한국정책과학학회보」, 제14권 제1호, 2010.

김지효·허은녕, “ICT 자본 투입이 노동 및 에너지 수요에 미치는 영향”, 「자원·환경경제연구」, 한국환경경제학회·한국자원경제학회, 제23권 제1호, 2014.

노재확·박해선, “정보통신 투자 및 활용이 서비스업의 생산성 향상에 미치는 영향 연구”, 「e-비즈니스연구」, 제10권 제2호, 2009.

박만희, 효율성과 생산성 분석, 한국학술정보(주), 2008.

신석하, “한국의 산업별 정보통신자본과 총요소생산성”, 「한국개발연구」, 제32권 제4호, 2010.

서환주·이영수·김정언, “ICT 산업의 연구개발투자 파급효과 분석”, 「e-비즈니스연구」, 제9권 제4호, 2008.

손태규·홍사능·김영춘, “정보기술 수용 모델을 이용한 무역업체의 전자무역 활용 및 성과에 관한 실증 연구”, 「통상정보연구」, 한국통상정보학회, 제 12권 2호, 2010.

유종훈·이종근·이만형, “DEA와 DEA-window 분석을 이용한 일반산업단지의 효율성 측정: 충청권 사례를 중심으로”, 국토계획, 제48권 제3호, 2013.

윤경준·최신융·강정석, “벤치마킹을 통한 공공부문 생산성 향상 방안”, 「한국행정연구원 연구보고서」, 2004.

장두영, “총요소생산성의 정보통신기술 생산 및 이용업종 간 비교: 한국 기업의 패널데이터를 이용한 자료포락분석”, 「한국경제연구」, 제26집, 2009.

장철영·성도경·최인규, “Post-DEA를 활용한 지방의료원의 조직운영형태별 효율성 평가”, 「한국행정논집」, 제19권 제4호, 2007.

조형석·문상호, “지방하수도사업의 효율성평가: DEA와 TIER분석 중심으로”, 「지방행정연구」,

제21권 제1호, 2007.

정분도·윤봉주, “한국 IT산업의 대중국 수출경쟁력 분석에 관한 연구”, 「통상정보연구」, 한국통상정보학회, 제11권 4호, 2009.

정선영, “정보통신산업의 총요소생산성 국제비교: 기술적 효율성을 감안한 접근방법”, 「경제학연구」, 제59권 제1호, 2011.

정현준, “ICT 산업구조와 산업연관효과 분석”, 「연구보고서」, 제25권 18호, 정보통신정책연구원, 2013.

통계청 국가경제포털 (http://www.nso.go.kr).

최혁준, “정보통신서비스 산업의 기술파급효과 효과에 대한 실증분석”, 「e-비즈니스연구」, 제7권 제2호, 2006.

한국수출입은행 해외경제연구소, “창조경제 활성화를 위한 ICT산업 파급효과 제고 방안”, 「중점연구보고서」, 2013.

홍한국·이창열, “인천항만의 효율성 평가를 위한 DEA와 SOM을 결합한 하이브리드 분석”, 「한국지식정보기술학회논문지」, 제6권 제5호, 2011.

홍한국·하성호·박상찬, “SI 프로젝트의 효율성 평가를 위해 자료포괄분석과 기계학습을 결합한 하이브리드 분석”, 한국경영정보학회, 제10권 제1호, 2000.

Banker, R. D., A., Charnes and W. W. Cooper, “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis”‘ *Management Science,* 30, 1984.

Caves, Douglas W., Laurits R. Christensen and W. Erwin Diewert, “The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity”, *Econometrica*, 50, 1982.

Charnes, A., W. Cooper and E. Rhodes, “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, 2, 1978.

Charnes, A., Clark, C. T., Cooper, W. W., and Golany, B., “A Developmental Study of Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the U.S. Air Forces”, *Annals of Operations Research*, 2, 1985.

Färe, Rolf, Shawna Grosskopf, Mary Norris and Xhongyang Zhang, “Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries”, *American Economic Review*, 84, 1994.

부 록

〈부표〉 DMU별 동태적 효율성 분석

DMU	제조업			서비스업		
	2007-2009	2008-2010	2009-2011	2007-2009	2008-2010	2009-2011
1	0.683	0.683	0.821	0.274	0.295	0.325
2	0.204	0.229	0.222	0.221	0.230	0.258
3	0.750	0.896	0.946	0.100	0.084	0.073
4	0.479	0.505	0.623	0.149	0.141	0.128
5	0.183	0.203	0.194	0.246	0.303	0.347
6	0.101	0.114	0.118	0.903	0.985	0.989
7	0.194	0.217	0.170	0.181	0.168	0.164
8	0.142	0.165	0.168	0.123	0.122	0.132
9	0.152	0.187	0.208	0.080	0.086	0.092
10	0.345	0.394	0.348	0.072	0.077	0.082
11	0.548	0.607	0.612	0.045	0.050	0.058
12	0.153	0.177	0.180	0.147	0.152	0.171
13	0.157	0.162	0.179	0.065	0.071	0.080
14	0.171	0.194	0.204	0.065	0.063	0.068
15	0.189	0.189	0.165	0.074	0.069	0.074
16	0.246	0.241	0.225	0.085	0.083	0.084
17	0.903	0.932	0.942	0.037	0.038	0.040
18	0.302	0.343	0.326	0.046	0.050	0.057
19	0.212	0.232	0.223			
20	0.185	0.205	0.192			
21	0.246	0.244	0.223			
22	0.157	0.182	0.181			
23	0.167	0.214	0.188			

ABSTRACT

Efficiency and Productivity on ICT Industry

Boon-Do Jeong*

Non-parametric method such as technology efficiency, DEA/Window model and Malmquist Productivity Index (MPI) are used to measure efficiency and productivity of ICT (Information and Communication Technology) manufacturing industry and service industry over the period 2007-2011.

The results of this paper indicate following: (1) Technology efficiency of the ICT manufacturing industry were found as the range of 0.34 and 0.39 over the sample period. Technology efficiency of the ICT service industry were found as the range of 0.16 and 0.20 over the sample period. (2) The geometric average of the Malmquist TFP indexes on ICT manufacturing industry indicated the productivity improvement an average of 8.3 percent. The geometric average of the Malmquist TFP indexes on ICT service industry indicated the productivity improvement an average of 1.6 percent. (3) TIER analysis result on ICT manufacturing industry showed that optimal bench marking made by storage devices→wireless communication equipment→broadcasting equipment→radio, recording and playback devices→ computers, printers, video and audio-visual equipment path. TIER analysis result on ICT service industry indicated that optimal bench marking made by computers and packaged software→wired communication→communication, information, detection equipment→consulting and construction for computer systems integration→ industrial machinery and equipment rental→telecommunications reseller→system software development and delivery→hosting path.

Key Words : Information and Communication Technology, efficiency, productivity, TIER analysis

* Professor, Dept. of International Trade, Chosun University.